

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**“EFECTO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACION EN EL
CONCENTRADO DE MARACUYA ENVASADO EN BOLSAS DE
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD”**

T E S I S

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
YÓTVER GREGORY VENTURA YOPLA**

**ASESORA:
Ing. M.Sc. FANNY LUCILA RIMARACHÍN CHÁVEZ**

CAJAMARCA-PERÚ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, a los 27 días del mes de enero del año dos mil veinte, se reunieron en el ambiente 2H-204 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias ,según Resolución de Consejo de Facultad N°447-2019-FCA-UNC, Fecha 20 de setiembre del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: “EFECTO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN EN EL CONCENTRADO DE MARACUYA ENVASADO EN BOLSAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD” del Bachiller : VENTURA YOPLA YÓTVER GREGORY en Cajamarca , para optar el título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS .

A las 10 horas y cero minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de tesis, la formulación de preguntas y de liberación del Jurado, el Presidente anuncio la aprobación por unanimidad con el calificativo de dieciséis (16).

Por lo tanto, el graduado queda expedito para que se le expida el Título profesional correspondiente.

A las once Horas y treinta minutos, el presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 27 de enero de 2020.

Ing. M. Sc. José Gerardo Salhuana Granados

PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Medina Miranda

SECRETARIO

Ing.M.Sc. Máx Edwin Sangay Terrones

VOCAL

Ing.M.Sc. Fanny Lucila Rimarachín Chávez

ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS fuente de vida y sabiduría

A mis queridos Padres Leolis M. VENTURA VARGAS Y Luz M. YOPLA ARCE por su paciencia y sacrificio día a día durante mi formación académica, sin el cual no hubiese sido posible culminar mis objetivos.

A mis hermanas y hermanos que me dan fuerzas para seguir superándome cada día más y lograr cumplir cada una de las metas propuestas.

AGRADECIMIENTO

- A mi alma mater Universidad Nacional de Cajamarca, a mis docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, de manera especial a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias por sus enseñanzas pedagógicas y personales que me brindaron durante mi etapa de estudiante.

- A cada una de las personas que forman parte de la escuela profesional de ingeniería de industrias alimentarias por su apoyo moral y académico durante mi etapa de formación profesional.

- A mis amigos y amigas con los cuales compartí aulas en la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias durante toda mi etapa universitaria con los cuales compartí alegrías, tristezas y sobre todo conocimiento académico.

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ANEXOS | xi |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Planteamiento problema | 2 |
| 1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.3. Objetivos de la investigación | 3 |
| 1.4. Hipótesis de la investigación | 3 |
| 1.5. Variables y operacionalización | 4 |
| 1.5.1. Variables independientes | 4 |
| 1.5.2. Variables dependientes | 4 |
| | |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 5 |
| 2.2. Bases teóricas | 6 |
| 2.2.1. Maracuyá | 6 |
| 2.2.1.1. Composición del fruto y del jugo | 7 |
| 2.2.2. Concentrado de fruta | 10 |
| 2.2.3. Envase | 11 |
| 2.2.3.1. Función del envase | 11 |
| 2.2.4. Pasteurización | 12 |
| 2.2.4.1. Condiciones de pasteurización (tiempo y temperatura) | 14 |
| 2.2.5. Factores que afectan el tratamiento térmico | 14 |
| 2.2.6. Inocuidad alimentaria | 15 |
| 2.3. Definición de términos | 15 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.2.4.1. | Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de los diferentes concentrados de maracuyá..... | 29 |
| 4.3. | Análisis fisicoquímicos a los concentrados de maracuyá | 30 |
| 4.3.1. | pH | 30 |
| 4.3.1.1. | Análisis de varianza (ANOVA) para el pH de los diferentes concentrados de maracuyá | 30 |
| 4.3.2. | Sólidos solubles (°Brix) | 32 |
| 4.3.2.1. | Análisis de varianza (ANOVA) para los grados °Brix de los diferentes concentrados de maracuyá..... | 32 |
| 4.3.3. | Densidad..... | 34 |
| 4.3.3.1. | Análisis de varianza (ANOVA) para la densidad de los diferentes concentrados de maracuyá..... | 34 |
| 4.3.4. | Acidez total titulable | 36 |
| 4.3.4.1. | Análisis de varianza (ANOVA) para la acidez total titulable de los diferentes concentrados de maracuyá | 36 |
| 4.4. | Análisis microbiológico de la materia prima y de los concentrados de maracuyá | 38 |
| 4.4.1. | Análisis microbiológico de la materia prima | 38 |
| 4.4.2. | Análisis al concentrado de maracuyá pasteurizado a 70°C por un tiempo 7 minutos | 40 |
| 4.4.3. | Análisis al concentrado de maracuyá pasteurizado a 70°C por un tiempo 10 minutos | 41 |
| 4.4.4. | Análisis al concentrado de maracuyá pasteurizado a 80°C por un tiempo 7 minutos | 42 |
| 4.4.5. | Análisis al concentrado de maracuyá pasteurizado a 80°C por un tiempo 10 minutos | 43 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 45 |
| 5.1. | Conclusiones | 45 |
| 5.2. | Recomendaciones | 45 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA | 46 |
| 7. | ANEXOS | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1: Composición Química del Jugo de Maracuyá (<i>Passiflora edulis sims, F, flavicarpa</i>). (En g/100 ml de porción comestible) | 7 |
| Tabla 2: Azúcares y Ácidos no Volátiles Presentes en Jugos de Maracuyá. | 8 |
| Tabla 3: Composición de Micronutrientes (En 100 g de jugo de maracuyá)..... | 9 |
| Tabla 4: Contenido de vitamina C de diferentes frutas tropicales. | 10 |
| Tabla 5. Formulación del concentrado de maracuyá | 19 |
| Tabla 6. Tratamientos térmicos realizados..... | 21 |
| Tabla 7. Caracterización Fisicoquímica del Zumo de Maracuyá..... | 25 |
| Tabla 8: Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los diferentes concentrados de maracuyá. | 26 |
| Tabla 9. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el color de los diferentes concentrados de maracuyá. | 27 |
| Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los diferentes concentrados de maracuyá. | 27 |
| Tabla 11. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el sabor de los diferentes concentrados de maracuyá. | 28 |
| Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los diferentes concentrados de maracuyá. | 28 |
| Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general de los diferentes concentrados de maracuyá. | 29 |
| Tabla 14. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para la apariencia general de los diferentes concentrados de maracuyá. | 30 |
| Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el pH de los diferentes concentrados de maracuyá. | 31 |
| Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para los sólidos solubles (°Brix) de los diferentes concentrados de maracuyá. | 33 |
| Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del efecto de la temperatura sobre los sólidos solubles (°Brix). | 33 |
| Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para la densidad de los diferentes concentrados de maracuyá. | 35 |

| | |
|---|----|
| Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el efecto de la interacción sobre la densidad de los concentrados de maracuyá. | 35 |
| Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de acidez de los diferentes concentrados de maracuyá. | 37 |
| Tabla 21. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el efecto de la interacción sobre el porcentaje de acidez de los concentrados de maracuyá. | 37 |
| Tabla 22. Valores del Análisis Microbiológico del Zumo de Maracuyá | 39 |
| Tabla 23. Análisis microbiológico al concentrado de maracuyá pasteurizado a 70°C por un tiempo de 7 minutos..... | 41 |
| Tabla 24. Análisis Microbiológico Al Concentrado De Maracuyá Pasteurizado A 70°C Por Un Tiempo De 10 Minutos..... | 42 |
| Tabla 25. Análisis Microbiológico Al Concentrado De Maracuyá Pasteurizado A 80°C Por Un Tiempo De 7 Minutos..... | 43 |
| Tabla 26. Análisis Microbiológico al Concentrado de Maracuyá pasteurizado a 80°C por un Tiempo de 10 minutos | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Flujo general de procesamiento para obtener el concentrado de maracuyá.. | 20 |
| Figura 2. Puntaje obtenido para el olor de los diferentes concentrados de maracuyá... | 29 |
| Figura 3. Comportamiento del pH durante el mes de evaluación. | 32 |
| Figura 4. Comportamiento del pH durante el mes de evaluación. | 34 |
| Figura 5. Comportamiento de la densidad durante el mes de evaluación. | 36 |
| Figura 6. Comportamiento de la densidad durante el mes de evaluación. | 38 |

ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| ANEXO 1. Requisitos microbiológicos de la resolución ministerial N°615-2003-SA/DM | 50 |
| ANEXO 2. Panel de fotos de investigación | 51 |
| ANEXO 3. Formato para evaluación organoléptica | 56 |
| ANEXO 4. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de color..... | 57 |
| ANEXO 5. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de color..... | 58 |
| ANEXO 6. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de sabor | 59 |
| ANEXO 7. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de sabor | 60 |
| ANEXO 8. Tabla de operacionalización de variables..... | 61 |
| ANEXO 9. Determinación del tiempo de pasteurización para las temperaturas de 70 y 80°C | 63 |

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de temperatura y tiempo de pasteurización en el concentrado de maracuyá envasado en bolsa de polietileno de alta densidad ;el trabajo experimental se desarrolló en los laboratorios de la escuela profesional de ingeniería en industrias alimentarias, la materia prima se obtuvo del mercado local evaluando características fisiológicas para una mejor calidad del producto, el concentrado de maracuyá contó de 40 % de agua,60% de zumo de maracuyá ,61.13% de sacarosa y 0.08% de CMC. Se procesó a dos temperaturas 70° y 80°C con tiempos de 7 min y 10 min. Se evaluaron características físicoquímicas : °Brix, pH, acidez Titulable, Densidad durante 30 días con una frecuencia cada 3 días , posteriormente se realizó un análisis microbiológico en donde se analizaron los microorganismos impuestos en la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15,1. En los análisis organolépticos se realizó una dilución de 1 en 5 del concentrado de maracuyá en agua y se aplicó la escala hedónica del 5 al 1 siendo 5 me gusta mucho y 1 me disgusta mucho para evaluar olor, color, sabor y aceptación general. Finalmente se determinó que la temperatura y tiempo de pasteurización si influenciaron en las características físicoquímicas a excepción del pH, el producto tratado a 80°C por 10 min obtuvo mayor aceptación en el análisis organoléptico y todos los tratamientos térmicos lograron reducir la carga microbiana para cumplir con la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15,1

Palabras claves: efecto de temperatura y tiempo de pasteurización, concentrado, maracuyá, polietileno de alta densidad

ABSTRACT

The research work aims to evaluate the effect of temperature and pasteurization time on passion fruit concentrate packed in a high-density polyethylene bag; the experimental work was carried out in the laboratories of the professional school of engineering in food industries, the subject The raw material was obtained from the local market evaluating physiological characteristics for better product quality. The passion fruit concentrate had 40% water, 60% passion fruit juice, 61.13% sucrose and 0.08% CMC. It was processed at two temperatures 70 ° and 80 ° C with times of 7 min and 10 min. Physicochemical characteristics were evaluated: ° Brix, pH, Titratable acidity, Density for 30 days with a frequency every 3 days, then a microbiological analysis was performed where the microorganisms imposed in MRI No. 615-2003 SA / DM section 14.2 were analyzed. and 15.1. In the organoleptic analyzes, a 1 in 5 dilution of the passion fruit concentrate in water was performed and the hedonic scale from 5 to 1 was applied, being 5 I like it very much and 1 dislike it a lot to evaluate smell, color, taste and general acceptance. Finally, it was determined that the temperature and pasteurization time did influence the physicochemical characteristics except for the pH, the product treated at 80 ° C for 10 min obtained greater acceptance in the organoleptic analysis and all the heat treatments were able to reduce the microbial load to meet with RM No. 615-2003 SA / DM section 14.2 and 15.1

Keywords: effect of temperature and time of pasteurization, concentrate, passion fruit, high density polyethylene

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas. Entre estos tratamientos el más comúnmente usado es la pasteurización (Cruz, M et al. 2008). La pasteurización es un tratamiento térmico más extensamente usado para la conservación de alimentos en el siglo XX. Que utiliza temperaturas inferiores a 100°C, y tiene por objetivo disminuir significativamente la carga microbiana del producto. Se aplica a productos ácidos o poco ácidos, que se desean conservar por un período corto tiempo. Es ampliamente utilizado en alimentos líquidos. (Reyes y Sosa, 2013). Se sabe que dicho tratamiento al igual que afectar a los microorganismos no deseados también puede afectar las características organolépticas y fisicoquímicas del producto, por lo cual se debe buscar una relación adecuada entre la temperatura y el tiempo de pasteurización, de esta manera mantener las características organolépticas y fisicoquímicas de nuestro producto.

Por otro lado, el maracuyá posee altos valores nutricionales por el contenido de vitaminas, azúcares, ácidos y sales minerales, que cada vez son más preferidos. Esta fruta es sometida a diversas tecnologías en forma de pulpas, concentrados, conservas etc., donde reciben tratamientos térmicos, con el fin de brindar mayor estabilidad desde el punto de vista microbiológico, pero afectando la calidad de los mismos. Por estas razones, es importante estudiar el efecto del tratamiento térmico en parámetros de calidad del concentrado de maracuyá.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Una de las preocupaciones de la industria alimentaria es la búsqueda de mejores tratamientos térmicos que permitan ofrecer un producto inocuo a los consumidores finales, pero a la vez se busca que estos tratamientos no afecten las características organolépticas de la materia prima en forma negativa y que de esta manera el producto final sea de una mala calidad para el consumidor final.

Al utilizar diferentes temperaturas y tiempos de pasteurización durante la elaboración de concentrado de maracuyá en la planta de producción de la empresa Cajamarquirricos S.A.C observe la variabilidad en las características organolépticas y fisicoquímicas del concentrado de maracuyá las cuales conllevaron a que dicho producto no se establezca de forma permanente en el mercado, al tener la necesidad de lograr un producto uniforme decidí investigar el efecto del tratamiento térmico y saber cuál de ellos es el que más conviene aplicar en planta para lograr la uniformidad del producto final.

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las Passifloras. Uno de los centros de origen de esta planta es Perú, presenta dos variedades o formas diferentes: la púrpura o morada (*P. edulis Sims.*) y la amarilla (*Passiflora edulis Sims. Forma flavicarpa*). La primera, principalmente, se consume en fresco y prospera en lugares semi cálidos y a mayor altura sobre el nivel del mar, en tanto que la segunda crece en climas cálidos, desde el nivel del mar hasta 1000 m de altitud. La última es más apreciada por la industria gracias a su mayor acidez. (Castro et al., 2009)

El maracuyá contiene un jugo que es ácido y aromático; se obtiene del arilo, tejido que rodea a la semilla, y es una excelente fuente de vitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico. La cáscara y las semillas también pueden ser empleados en la industria, por los componentes que tienen. (Castro et al., 2009)

La composición general de la fruta de maracuyá es la siguiente: cáscara 50-60%, jugo 30-40%, semilla 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia. La concentración de ácido ascórbico en maracuyá varía de 17 a 35 mg/100g de fruto para el maracuyá rojo y entre 10 y 14 mg/100g de fruto para el maracuyá amarillo. La coloración amarillo anaranjada del jugo se debe a la presencia de un pigmento llamado caroteno ofreciendo al organismo que lo ingiere una buena cantidad de vitamina A y C, además de sales

minerales, como calcio, fierro y fibras. Cada 100 ml de jugo contiene un promedio de 53 cal, variando de acuerdo con la especie. (Castro et al., 2009)

El concentrado de maracuyá es de consumo humano, convirtiéndose en una bebida con sustancias nutritivas, es accesible tanto para niños, jóvenes y adultos, su sabor entre ácido y dulce es perfecto para la elaboración de jugos, helados, cremoladas, como tiene un bajo contenido de grasas es adecuada para el tratamiento del colesterol y para dietas para adelgazar.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el efecto de temperatura y tiempo de pasteurización en las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad?

1.3.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

➤ Objetivo general.

- Determinar el efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización en las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad.

➤ Objetivos específicos.

- Evaluar la influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización en las características organolépticas del concentrado de maracuyá.
- Determinar cómo influye la temperatura y tiempo de pasteurización en las características fisicoquímicas del concentrado de maracuyá.
- Evaluar la influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización en las características microbiológicas del concentrado de maracuyá.

1.4.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Ho: La temperatura y tiempo de pasteurización afectaran significativamente las características fisicoquímicas (pH, °Brix, Densidad, Acidez titulable), microbiológicas y organolépticas (olor, sabor, color, aceptación general) del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad.

1.5.VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

1.5.1. Variables independientes

- Pasteurización

Tiempo de pasteurización del concentrado (7min y 10 min)

Temperatura de pasteurización del concentrado (70 °C y 80°C)

1.5.2. Variables dependientes

- Análisis organolépticos

Olor

Color

Sabor

Aceptación general

- Análisis fisicoquímicos

Ph

°brix

Densidad

Acidez titulable

- Análisis microbiológicos

Aerobios mesofilos

Staphilococcus aureus

Salmonella

Coli total

Coli fecal

Eschericia coli

mohos y levaduras

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Amaro et.al.(2002) en su estudio del efecto del tratamiento térmico en las características físico-química y microbiológicas de la pulpa de maracuyá en donde utilizo 3 rangos de temperatura (69° a 72°C, 73° a 76°C y 77° a 82°C) por un tiempo de 30 segundos afirma que no hubo diferencia significativa en los valores de acidez total titulable entre la pulpa fresca y la pulpa pasteurizada, en el pH no hubo diferencia entre la pulpa fresca y la pasteurizada, con lo que respecta a los sólidos solubles la cantidad de estos fue menor en la pulpa fresca que en la pulpa pasteurizada, los resultados del análisis microbiológico mostraron que las pulpa pasteurizadas presentaron recuento de mohos y levaduras, de mesófilos aerobios y psicrófilos aerobios significadamente ($p < 0,5$) menor a cuando fueron comparados a la pulpa fresca, indicando que el tratamiento térmico empleado fue adecuado.

Según Cruz, M., Vieira, C. y Silva, L. (2008) Los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas. Entre estos tratamientos el más comúnmente usado es la pasteurización; considerado como un procedimiento relativamente suave, que contribuye con el aumento de la vida útil del alimento sobre el que se aplica.

La pasteurización es un tratamiento térmico más extensamente usado para la conservación de alimentos en el siglo XX. Que utiliza temperaturas inferiores a 100°C, y tiene por objetivo disminuir significativamente la carga microbiana del producto. Se aplica a productos ácidos o poco ácidos, que se desean conservar por un período corto tiempo. Es ampliamente utilizado en alimentos líquidos. (Reyes y Sosa, 2013)

El tiempo de pasteurización es un limitante importante, ya que si el tratamiento térmico es excesivo el producto pierde su valor nutritivo y puede incluso contraer características desagradables en su gusto, aroma, color y textura (Martinez y Rosenberger, 2013).

La duración del proceso debe ser la óptima, ya que si es breve no se alcanza a destruir el número suficiente de microorganismos y, por lo tanto, podría volver a aumentar su

número hasta niveles que pongan en riesgo la salud de los consumidores. (Fernández y Hernández, 2006)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MARACUYÁ

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera que pertenece a la familia de las Passifloras (*Passifloraceas*) de las que se conocen más de 400 variedades de los cuales sólo 30 son comestibles (Swi-Bea Wu & Ming-Jen, 1996). El nombre de *Passiflora edulis* Sims, específica que su fruto es comestible. Actualmente más 40 países cultivan el maracuyá en forma comercial. La planta originaria del Brasil presenta dos variedades o formas diferentes: la púrpura o morada y la amarilla. La primera, se consume en fresco por su sabor más dulce, se cultiva en lugares semicálidos y a mayor altura sobre el nivel del mar como el sur del Brasil, Paraguay y el norte de Argentina, en tanto que la segunda crece en climas cálidos, desde el nivel del mar hasta mil metros de latitud. La última es más apreciada por la industria por su mayor acidez y su producción más alto de jugo (Swi-Bea Wu & Ming-Jen, 1996).

Por siglos el maracuyá variedad amarillo ha crecido en climas tropicales, ha sido cultivado para producir vino y para la producción de bebidas refrescantes. La variedad amarilla es la más importante comercialmente en varias regiones del mundo debido a su habilidad de crecer en una diversidad de tierra y el rendimiento, se emplea para jugos, mermeladas y otros productos especiales como helados y bebidas alcohólicas. En el sur de América algunas culturas usan el maracuyá por sus propiedades diuréticas y sedativas, además tiene un gran potencial como medicamento botánico y suplemento dietético (Morton, 1987).

El maracuyá variedad amarillo tiene un jugo ácido y aromático que se obtiene del arilo, tejido que rodea a la semilla y es una excelente fuente de vitamina A, carotenoides, xantofilas, niacina, rivo flavina y ácido ascórbico. La cascara y la semilla también son susceptibles de emplearse en la industria por los componentes que contiene (Mercadante et al, 1998).

2.2.1.1. COMPOSICIÓN DEL FRUTO Y EL JUGO

a) Macronutrientes

La fruta de maracuyá posee atributos refrescantes y un sabor dulce debido a su alto contenido de agua y carbohidratos, la pulpa contiene aproximadamente el 85.9% de agua y el remanente son elementos que contribuyen al aroma, sabor y al contenido energético, en la tabla 1, se muestra una composición aproximada de jugo. El jugo de maracuyá variedad amarillo es una fuente significativa de energía y una alta contribución de proteínas de 1% y 3,5% del total de calorías (56 kcal respectivamente).

Tabla 1: Composición Química del Jugo de Maracuyá (*Passiflora edulis sims, F, flavicarpa*). (En g/100 ml de porción comestible)

| Componente | g/100 ml |
|---------------|----------|
| Agua | 85 g |
| Energía | 56 Kcal |
| Proteínas | 1.5 |
| Lípidos | 0.5 |
| Carbohidratos | 11.4 |
| Fibra | 0.2 |
| Cenizas | 0.7 |

Fuente: USDA Nutrient Data Laboraty (2000)

La constitución de los carbohidratos es la mejor fuente de kilocalorías y se muestra en la Tabla 1. La glucosa y fructuosa son los azúcares predominantes y la cantidad de fructuosa es más alta en la variedad purpura (Senter et al, 1992).

Arjona et al., (1991), encontraron una menor cantidad de sacarosa en la variedad purpura que en la amarilla, en contraste el maracuyá purpura tiene una mayor dulzura que la amarilla (Senter et al, 1992), en la tabla 2, se muestra la cantidad aproximada de ácidos no volátiles presentes en el jugo.

Una calidad distintiva es el alto contenido de ácido cítrico como el limón y jugo de limón, el jugo de maracuyá es totalmente ácido.

Burns (1995) encontró que el ácido predominante en el maracuyá variedad amarillo es el ácido cítrico en un rango de 93.3% a 96.2% del total de ácidos presentes en el jugo de maracuyá y ácido málico en un rango de 3.8-6.7% del total.

**Tabla 2: Azúcares y Ácidos no Volátiles Presentes en Jugos de Maracuyá.
(Mg/g jugo)**

| Maracuyá | Fructosa | Glucosa | Sacarosa | Ácido málico | Ácido cítrico |
|----------|----------|---------|----------|--------------|---------------|
| Amarilla | 14.5 | 19.8 | 9.1 | 0.9 | 6.6 |
| Purpura | 16.2 | 20.1 | 8.1 | 1.3 | 3.4 |

Fuente: (Senter et al, 1992)

b) Micronutrientes

Las frutas exóticas, primero fueron consumidas en la región geográfica donde crecían, pero después se hicieron populares en otros países como Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Suiza y Japón, las razones son mejores técnicas de: empaque, procesamiento, tratamiento y embarque. Las tendencias actuales por consumir alimentos con alto contenido nutrimental han hecho que las frutas tropicales y sus bebidas tengan una gran demanda por los consumidores.

El jugo de maracuyá variedad amarillo contiene componentes que favorece a la salud, los cuales pueden ser atribuidos a sus micronutrientes: vitaminas, minerales y fotoquímicas. Como otras frutas exóticas el maracuyá proporciona la composición de micronutrientes aproximada del jugo de maracuyá variedad amarillo (Tabla 3). (USDA Nutrient Data Laboratory,2000).

Tabla 3: Composición de Micronutrientes (En 100 g de jugo de maracuyá)

| Componente | Cantidad |
|------------------------|------------------|
| Minerales | |
| Calcio | 4.0 mg |
| Magnesio | 17 mg |
| Potasio | 278 mg |
| Zinc | 0.06 mg |
| Cobre | 0.5 mg |
| Selenio | 0.10 mg |
| Vitaminas | |
| Ácido ascórbico | 18.2 mg |
| Ácido fólico | 8.0 mg |
| Vitamina A | 241 UI* |
| Vitamina A | 241 µg RE** |
| Vitamina E | 0.05 µg α-TE***: |

Fuente: USDA Nutrient Data Laboratory (2000)

UI*: Unidades Internacionales, µg RE**: microgramos de retinol (mcg=3.3UI)

µg α-TE***: microgramos de alfatocoferol (1 mg α-TE=1.5 UI)

El maracuyá proporciona una fuente significativa de vitamina C y puede ser considerada como una fuente alternativa a las frutas cítricas. Un vaso de jugo de maracuyá proporciona cerca del 50% de la ingesta diaria necesaria de vitamina C para hombres y un 60% para mujeres.

La tabla 4, muestra una comparación de algunas frutas tropicales, maracuyá (como fruta fresca) resalta como una fuente significativa de vitamina C, tiene más nutrimentos que la naranja, limón y la piña (Vinci et al,1995). Únicamente el kiwi y la papaya de esta lista tienen más vitamina C.

Tabla 4: Contenido de vitamina C de diferentes frutas tropicales.

| Fruta | Vitamina mg/ 100 g |
|-----------------|---------------------------|
| Maracuyá | 34.78 |
| Toronja | 64.78 |
| Kiwi | 67.23 |
| Mango | 25.32 |
| Papaya | 48.20 |
| Piña | 30.60 |
| Limón | 51.30 |
| Naranja | 49.80 |

Fuente: Vinci et al, (1995)

2.2.2. CONCENTRADO DE FRUTA

Las tendencias actuales en la producción de alimentos tratan de desarrollar nuevas tecnologías, para la conservación de los mismos con el mínimo tratamiento, para conseguir una seguridad microbiológica y para preservar los atributos de calidad del alimento. Adaptarse a las nuevas corrientes y exigencias del consumidor ha sido uno de los objetivos prioritarios del sector alimentario, por lo que desde hace algunos años se están elaborando zumos más parecidos al natural, zumos de primera extracción, con una ligera pasteurización, que se comercializan bajo refrigeración con un tiempo de vida útil limitado. En esta línea se están desarrollando nuevos productos, mezclas de zumos, que aumenten la calidad (valor nutritivo, color, etc.) que es el factor que más contribuye a la aceptación por parte del consumidor.

La estacionalidad y el carácter perecedero de frutas y vegetales explican la necesidad de aplicar las tecnologías de conservación. El objetivo es combinar el aumento de la vida media del producto con el mantenimiento de las características nutritivas y sensoriales (Giannakourou et al, 2001).

El color de la corteza y del concentrado de los frutos cítricos son atributos de calidad de gran importancia, y constituyen factores decisivos en la adquisición de los mismos por los consumidores.

El procesado térmico es uno de los métodos por los que los alimentos son conservados y se hacen accesibles al consumidor. Durante el tratamiento térmico, además de la

inactivación de microorganismos, constituyentes deseables como nutrientes, color, aroma y textura se destruyen en distintos porcentajes (Cano, 1994).

En los comercios existe una amplia oferta de concentrados de frutas envasados que constituyen una buena fuente de nutrientes y una saludable opción para mantener hidratado el organismo. Los avances técnicos en el proceso de elaboración de estos productos permiten que se conserven casi todas las sustancias nutritivas de la fruta fresca y los métodos de conservación les confieren una larga vida útil. Debido al tratamiento térmico que sufren estos concentrados industriales y a su prolongado almacenamiento puede producirse una pérdida de vitamina C. Para compensarla, se permite la adición de ácido ascórbico.

2.2.3. ENVASE

Se entiende por empaque, todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías. Sin embargo, existe un sinnúmero de definiciones para empaque (Manual de Empaque y Embalaje, La logística del éxito, ALMEX). Un envase es la cubierta o recipiente de un producto que le brinda protección, facilita su uso y conservación y le proporciona al producto una importante comunicación de marketing (Philip Kotler, 2010). El envase es a la vez un contenido y un medio, que no sólo debe contener el producto, sino también comunicar sus características y su identidad únicas. Es el último mensaje del producto, su elaboración ha de responder a las necesidades de los consumidores, y su acción inscribirse en una estrategia de marketing (Philippe Devismes, 1994) Por lo anterior, la influencia de los envases está presente en todos los ámbitos que intervienen en el desarrollo de las sociedades, principalmente en la producción, distribución y venta de productos.

2.2.3.1. FUNCIÓN DE LOS ENVASES

El proceso de envasado es uno de los más importantes entre todos los procesos de fabricación de alimentos, ya que mantiene la calidad de los productos alimenticios para el almacenamiento, transporte y uso final (Kelsey, 1985). El envase evita el deterioro de la calidad de los alimentos y bebidas, debido a las influencias ambientales (Restuccia et al., 2010) y contribuye a la eficiente distribución, las ventas y el consumo. El envasado de alimentos está diseñado para contener y proteger los alimentos, para proporcionar la información necesaria acerca de la comida, y para hacer la manipulación de alimentos convenientes desde la distribución hasta la mesa del consumidor. La función principal del

envasado de alimentos es conseguir la conservación y la entrega segura de productos alimenticios hasta su consumo. Durante la distribución, la calidad del producto alimenticio se puede deteriorar biológicamente, químicamente y físicamente. El envasado de alimentos extiende la vida útil y mantiene la calidad y la seguridad de los productos alimenticios. Una función secundaria importante de los envases es la comercialización, además de proporcionar la trazabilidad, las indicaciones de la manipulación, y control de la porción (Marsh y Bugusu, 2007).

2.2.4. PASTEURIZACIÓN

Los propósitos de los tratamientos suaves por calor son: eliminar los microorganismos patógenos, reducir el recuento microbiano (aunque el alimento no será estéril) e inactivar las enzimas del alimento, proporcionar las mínimas pérdidas de aroma, sabor, textura y calidad nutritiva. Sin embargo, también tiene inconvenientes, pues el producto resultante tiene una corta vida media y necesita de otro método de conservación (como la refrigeración o la congelación) (Vaclavik, 1998).

La pasteurización es el método de conservación que sólo conduce a una destrucción selectiva de la población microbiana patógena. Hay dos grandes grupos de tecnologías de pasteurización:

- Empleo de bajas temperaturas (60-65°C) y tiempos bastante largos (30min).
- Empleo de altas temperaturas (75-90°C) y tiempos cortos (15 segundos).

Es normal que la pasteurización se acompañe de procedimientos que garanticen la buena conservación: envases herméticamente cerrados, envasado al vacío, refrigeración hasta su consumo, adición de agentes acidulantes, adición de azúcares concentrados, etc.

El procesamiento térmico comúnmente es usado para la preservación de productos a base de fruta, sin embargo, este proceso causa reducción considerable en la calidad nutritiva, así como también los atributos sensoriales que no podrían ser aceptables desde el punto de vista del consumidor (Rattanathanalerk et al., 2005)

La temperatura de pasteurización para frutas y de productos a base de frutas frecuentemente son tratados a 90°C por 3 minutos. Este tratamiento puede no ser adecuado para desactivar ascosporas de *Byssosclamyces Fulva*, *Neosartorya Fischeri*, y especies *Talaromyces* (Tournas et al., 2006). (Salomão et al. 2007) reportó que el nivel de tolerancia térmico de las ascosporas de los mohos resistentes al calor se diferencian de cepas en cepas y de la composición del medio calentador.

Las fuentes de contaminación son las instalaciones del proceso, el aire, los utensilios, el campo, y los huertos (Tournas et al., 2006). Hay diversas técnicas para prevenir la microflora patógena, así como también los no patógenos como refrigeración, congelación, actividad de agua, empaquetado en atmósfera modificada, pasteurización, técnicas físicas no térmicas, y por la adición de antimicrobianos naturales (Raybaudi-Massilia et al., 2009). El método más común para desactivar a microorganismos y las enzimas para aumentar la durabilidad de jugos de fruta es el procesamiento térmico. Sin embargo, la pérdida del sabor original y de los compuestos del sabor ocurren en los jugos de fruta (Mosqueda-Melgar et al., 2008). Estos efectos negativos han motivado un gran interés en optimizar el proceso de pasteurización.

Las levaduras tienen la capacidad de crecer a bajo pH, a alta concentración de azúcar, y baja actividad de agua. Los jugos de fruta son generalmente ricos en carbohidratos simples y de fuentes complejas de nitrógeno, por lo tanto, son sustratos ideales para levaduras (Bevilacqua et al., 2012). Más de 110 especies de levaduras han sido reportadas y están asociadas con alimentos y de artículos alimenticios (Patil et al., 2011) y son contaminantes dominantes en jugos de fruta cuya cantidad se encuentra entre 1.0 y 6.83 log₁₀ cfu/ml (Tournas et al., 2006). La presencia de levaduras en jugos de fruta puede resultar en la ineficacia de la pasteurización del jugo de fruta y falta de prácticas en saneamiento (Lima et al., 2009). El deterioro por levaduras en jugos de fruta es caracterizado por la formación de CO₂ y alcohol. Las levaduras también pueden producir turbiedad, floculación y aglomeraciones. Asimismo, las levaduras producen pectinesterasas que degradan a la pectina causando deterioro, producción de ácidos orgánicos, y acetaldehído, lo cual contribuye a la formación de un “sabor a fermentado,” (ICMSF, 2005; Lawlor et al., 2009).

La FDA ha recomendado la reducción de 5 log₁₀ de agentes patógenos de infección en los jugos de fruta, lo cual se puede lograr mediante la pasteurización a 90–95°C por 4–10 segundos (Mosqueda-Melgar et al., 2012); Esta temperatura de pasteurización es efectiva contra de *E. coli* y *Salmonella* (Salomão, 2011).

El pardeamiento puede producirse por las reacciones de Maillard que ocurren entre grupos amino con azúcares reductores o por otros mecanismos no enzimáticos con carbohidratos no reductores durante el almacenamiento comercial (Friedman, 1991). Las pérdidas de calidad nutricional en parte se atribuyen a estas reacciones por:

- (a) Destrucción de aminoácidos esenciales
- (b) menor digestibilidad
- (c) producción de compuestos antinutritivos o tóxicos (Friedman, 1991).

2.2.4.1. CONDICIONES DE PASTEURIZACIÓN (tiempo y temperatura)

El tiempo de pasteurización es un limitante importante, ya que si el tratamiento térmico es excesivo el producto pierde su valor nutritivo y puede incluso contraer características desagradables en su gusto, aroma, color y textura (Martínez y Rosenberger, 2013). La duración del proceso debe ser la óptima, ya que si es breve no se alcanza a destruir el número suficiente de microorganismos y, por lo tanto, podría volver a aumentar su número hasta niveles que pongan en riesgo la salud de los consumidores. (Fernández y Hernández 2006), la pasteurización debe realizarse siguiendo estrictamente la relación tiempo-temperatura recomendada, para asegurar la destrucción de todas las bacterias patógenas que pueden estar presentes en el producto crudo con el objetivo de mejorar su capacidad de conservación. Por otro lado, la pasteurización a temperatura superior a la recomendada, conlleva a una reducción del valor nutricional de los néctares, concentrados, evidenciada con la pérdida de vitaminas y otras sustancias termolábiles.

2.2.5. FACTORES QUE AFECTAN EL TRATAMIENTO TÉRMICO

a) Composición del alimento al que se le aplica el tratamiento térmico.

- ***Azúcar, Almidón y Proteínas.***- En altas concentraciones protegen a las esporas bacterianas. La fruta en almíbar requiere de mayor calentamiento que la materia prima.
- ***Grasas y Aceites.***- Interfieren con la penetración del calor húmedo y protegen a los microorganismos y sus esporas. Son pobres conductoras de calor. Hacen más ineficiente al sistema.

b) El ácido aumenta el poder eliminador del calor.

Según Brennan (1998), durante el tratamiento térmico, al cambiar la naturaleza química de los alimentos, modifican también sus propiedades físicas. Así la viscosidad y la densidad cambian (con frecuencia continuamente) durante el calentamiento y estos cambios afectan mucho a la conducta térmica de los alimentos.

2.2.6. INOCUIDAD ALIMENTARIA

Según Celaya et al. (2008). “La inocuidad alimentaria se refiere a las condiciones y prácticas que preservan la calidad de los alimentos para prevenir la contaminación y las enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos”.

La inocuidad alimentaria son los factores y elementos que permiten que los alimentos se mantengan en su estado natural, consiguiendo de esa manera que se puedan prepararlos y luego ser consumidos por las personas. Cuando los alimentos se los mantiene en lugares adecuados según las normas de higiene se los puedan utilizar para ser ingeridos por las personas caso contrario si no se le da el tratamiento pertinente podrán acarrear consecuencias en la salud de la gente (Celaya et al., 2008).

2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS

- **Concentrado de fruta:** Los jugos que se comercializan son de dos tipos: los frescos, que provienen del exprimido de la fruta, y los reconstituidos, que son los que se preparan a partir de los concentrados (Cassano et al. 2003). En especial estos últimos son de interés industrial porque se utilizan en la formulación de helados, siropes, gelatinas y colados de fruta, entre otros productos, y su importancia se resume en: (i) Los concentrados son microbiológicamente más estables que los jugos naturales, por su baja actividad de agua (Cassano et al. 2004).
- **Envase:** Un envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o de venta.
- **Estandarización:** se denomina estandarización al acto y el resultado de estandarizar, ajustar a un estándar. La estandarización, por lo tanto, implica concertar algo para que resulte coincidente o concordante con un modelo, un patrón o una referencia.
- **Pasteurización:** hace referencia a la acción de incrementar la temperatura de un producto alimenticio en estado líquido a un nivel que resulta apenas inferior al necesario para su ebullición, durante un periodo temporal reducido. A

continuación, el producto es enfriado con gran rapidez. De este modo se logra eliminar los microorganismos sin modificar las características del alimento en cuestión (Bello, 2000).

- **Polietileno de alta densidad:** El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Su fórmula es $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad). Este material se utiliza, entre otras cosas, para la elaboración de envases plásticos desechables.
- **Temperatura de pasteurización:** La temperatura de pasteurización para frutas y de productos a base de frutas frecuentemente son tratados a 90°C por 3 minutos. Este tratamiento puede no ser adecuado para desactivar ascosporas de *Byssochlamys Fulva*, *Neosartorya Fischeri*, y especies *Talaromyces* (Tournas et al., 2006).
- **Tiempo de pasteurización:** El tiempo de pasteurización es un limitante importante, ya que si el tratamiento térmico es excesivo el producto pierde su valor nutritivo y puede incluso contraer características desagradables en su gusto, aroma, color y textura (Martinez y Rosenberger, 2013).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional de Cajamarca:

- El Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias 2H-109
- El Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Biotecnología 1Q-102

3.2. MATERIA PRIMA

- Maracuyá (*passiflora edulis f. flavicarpa*) en excelente estado de madurez la cual obtuvo del mercado central de la ciudad de Cajamarca y proveniente de la ciudad de tembladera

3.3. PROCESO TECNOLÓGICO DE ELABORACIÓN DEL CONCENTRADO DE MARACUYÁ

El proceso tecnológico de elaboración del concentrado de maracuyá se muestra en la Figura N° 1, cuya descripción de cada una de las etapas es la siguiente:

a) Recepción de la materia prima.

Se utilizó 200 unidades de maracuyá de la variedad *Passiflora edulis, f.flavicarpa*.

b) Selección.

Se seleccionó el maracuyá, retirando aquellas unidades que presenten daños mecánicos o ataques biológicos.

c) Clasificación.

La clasificación del maracuyá se realizó visualmente teniendo en cuenta el grado de madurez y el tamaño.

d) Lavado.

El lavado se realizó después de la selección inicial y clasificación. El lavado se llevó a cabo con agua potable, utilizando un cepillo de cerdas suaves se remueve toda la suciedad que se pueda alojar en superficie de la cáscara del maracuyá.

e) Pulpeado

El pulpeado se realizó con la finalidad de obtener la pulpa del maracuyá libre de la cáscara, con el uso de una licuadora obteniendo 9 litros de pulpa de maracuyá.

f) Tamizado

El tamizado se realizó con el uso de un colador con la finalidad de separar las semillas del maracuyá del zumo y obtener un producto uniforme libre de impurezas.

g) Estandarizado

El estandarizado se realizó con la finalidad que el producto final mantenga el pH, además se agregó sacarosa junto al carboxil metil celulosa (CMC) con la finalidad que los sólidos solubles aumenten.

h) Homogenización

Etapas de agitación y dispersión de sólidos del producto con la finalidad de obtener un producto final homogéneo, este proceso se realizó con el uso de un cucharón de acero metálico adecuadamente desinfectado.

i) Pasteurización

Este proceso se realizó con la finalidad de minimizar la carga microbiana que pudo tener el producto y de esta manera poder minimizar la contaminación en el producto final. En esta etapa se realizaron 4 tratamientos en los que se tuvo en cuenta 2 temperaturas (70°C, 80°C) y cada una de estas temperaturas con 2 tiempos (7min y 10min).

j) Envasado

El envasado se realizó en caliente para lo cual se utilizó bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de un litro cada una

k) Enfriado

El enfriado se realizó a chorro de agua fría con la finalidad de causar un shock térmico y eliminar algunos microorganismos persistentes hasta este proceso.

l) Almacenamiento

El almacenamiento se realizó en lugares limpios y con ventilación a temperatura de ambiente.

3.4. FORMULACIÓN DEL CONCENTRADO DE MARACUYÁ

Tabla 5. Formulación del concentrado de maracuyá

| Insumo | Cantidad | Unidad |
|-------------------|----------|--------|
| pulpa de maracuyá | 60 | % |
| Agua | 40 | % |
| Sacarosa | 61.13 | % |
| CMC | 0.8 | % |

El concentrado se formuló a partir del 60% del zumo de maracuyá y 40 % de agua, 61,13% de sacarosa para aumentar los sólidos solubles y 0,80% de carboxil metil celulosa (CMC) como homogenizador.

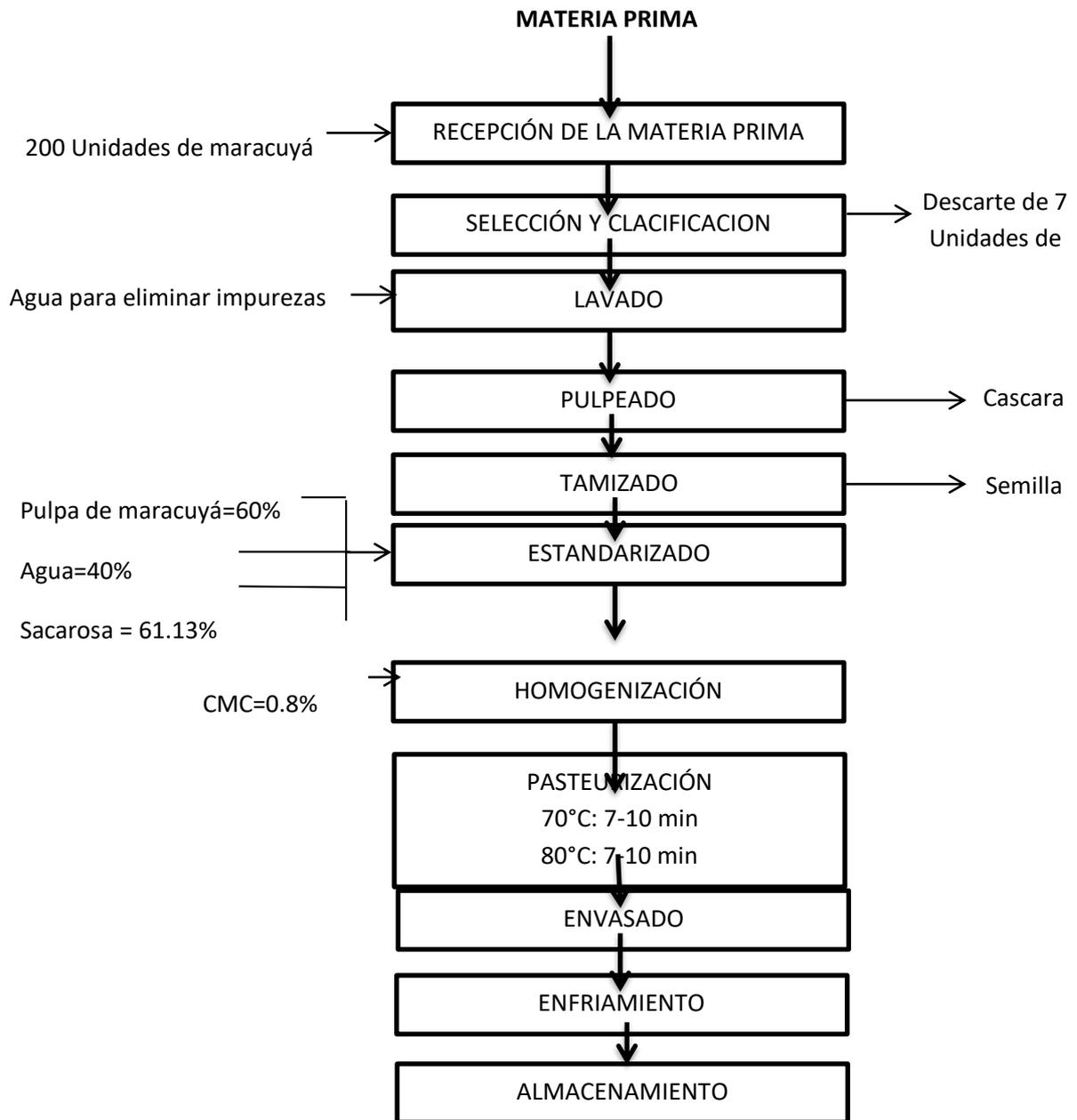


Figura 1. Flujo general de procesamiento para obtener el concentrado de maracuyá

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la tabla 6 se muestra el diseño experimental que se utilizó para la elaboración del presente trabajo de investigación.

Tabla 6. Tratamientos térmicos realizados

| Tratamientos | Simbología | Descripción |
|---------------------|-------------------|------------------------------|
| M1 | A1B1 | 70°C Temperatura por 7 min |
| M2 | A1B2 | 70°C temperatura por 10 min |
| M3 | A2B1 | 80°C temperatura por 7min |
| M4 | A2B2 | 80 °C temperatura por 10 min |

Los cálculos para la determinación del tiempo de pasteurización se encuentran detalladamente en el anexo 5.

3.6. EQUIPOS Y REACTIVOS:

3.6.1. MATERIAL DE VIDRIO

- Baguetas de vidrio
- Fiolas de 500, 1000 mL.
- Matraz Erlenmeyer de 100, 250, 500, 1000 mL
- Mecheros Bunsen
- Pipetas de 1,2,5 y 10 mL
- Pizetas (500 mL)
- Probeta de 100 y 250 mL
- Vasos de precipitado: 100, 250, 500 y 1000 mL
- Tubos de ensayo
- Placas petric

3.6.2. EQUIPOS

- Balanza analítica electrónica (AS220-C2 marca RADWAG)
- Cocina a gas
- Refractómetro (refractómetro portátil 3090, 00-90 °brix marca ATC)
- Termómetro (thermometer wordl)
- pH-metro (pH3210/3310 marca ATAGO)
- Cronometro

- Baño maría

3.6.3. REACTIVOS E INSUMOS

- Agua destilada
- Fenolftaleína 1%
- Hidróxido de sodio al 0,1 N
- Carboxil Metil Celulosa
- Sacarosa

3.7. CONTROLES

3.7.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Se aplicó una prueba de aceptabilidad, utilizándose una escala hedónica estructurada ascendente de 5 puntos siendo 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. Se evaluó mediante 30 panelistas semi entrenados. Los atributos sensoriales que se evaluaron fueron: color, olor, sabor, aceptación general.

3.7.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTROL ORGANOLÉPTICO

Se realizó la dilución de 1 litro de concentrado de maracuyá en 5 litros agua hervida por cada uno de los 4 tratamientos realizados, luego de la evaluación a los 30 panelistas y obteniendo resultados para las diferentes variables dependientes (color, olor, sabor, aceptación general) en este control, estos resultados fueron procesados mediante ANOVA el cual nos refiere que cuando el valor de significación es menor al 0.05 (5%) existe significación.

3.7.2. FISICOQUÍMICO

3.7.2.1. MEDICION DEL PH

Este análisis se realizó de acuerdo al método de pH de la AOAC 973.41 de análisis de pH por inmersión (AOAC, 2008).

El pH se midió con un potenciómetro marca ATAGO Medidor de PH Digital por inmersión del electrodo en el producto obtenido.

Procedimiento:

- 1° Tomar 10 mL de la muestra
- 2° introducir el electrodo para reportar el pH
- 3° observar resultado una vez estabilizado el valor

3.7.2.2. SÓLIDOS SOLUBLES

Se determinó el contenido de sólidos solubles totales en la muestra de cada tratamiento, utilizando un refractómetro de mano marca ATC. Este análisis se lo realizó de acuerdo al método refractométrico 942.15 (2005) de la AOAC.

Procedimiento:

- 1° dejar caer una gota de la muestra en el refractómetro
- 2° observar a contra luz resultado

3.7.2.3. ACIDEZ TOTAL TITULABLE

Para determinar la acidez total titulable se aplicó el método del AOAC (2000) 939.05.

Procedimiento:

- 1° se realizó una dilución de 1:1 de concentrado de maracuyá en agua destilada.
 - 2° se transfirieron 10 mL de la muestra a un matraz erlenmeyer.
 - 3° se adicionó 4 gotas de solución fenolftaleína
 - 4° La determinación se hizo por titulación NaOH 0,1N
 - 5° Posteriormente se tituló la muestra hasta que se mantuvo el color rosa por un minuto.
- La acidez titulable se expresó como el porcentaje de ácido cítrico.
Los análisis se realizaron por duplicado. La acidez se calculó por medio de la ecuación:

$$\%acidez = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * Meq_{ácidoX} * 100}{V}$$

Donde,

V_{NaOH} = Volumen de NaOH utilizado para la titulación.

N_{NaOH} = Normalidad de NaOH

$Meq_{ácidoX}$ = Valores equivalentes de base para el ácido cítrico es 0.064

V = Volumen Total

3.7.2.4. DENSIDAD

Para determinar la densidad se aplicó el método del Picnómetro. El analista debe seguir los siguientes pasos:

- 1° pesar el picnómetro vacío el cual será la una primera masa = M1

2° pesar el picnómetro con agua destilada = M2

3° pesar el picnómetro con el líquido problema = M3

Para los resultados se efectuó la siguiente ecuación:

$$\frac{M2 - M1}{M3 - M1} = \frac{d_a}{d_p}$$

En donde:

d_a = densidad el agua = 1g/cm³

d_p = densidad del líquido problema

3.7.2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONTROL FISICOQUÍMICO

La presente investigación se desarrolló como un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, en la que se analizaron las variables dependientes: sólidos solubles totales, pH, acidez total titulable, densidad.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%. En caso de existir diferencias significativas ($P \leq 0,05$) se realizará el test de rango múltiple de Tukey al 95% de confianza.

3.7.3. MICROBIOLOGICO

Un producto con bajos niveles de pH (2.8 a 4.0) y presencia de bacterias ácido lácticas es menos susceptible a que proliferen microorganismos indeseables, debido a que estos dos factores generan un ambiente antagónico para su habitad y reproducción. El análisis se realizó con los siguientes parámetros de aceptación microbiana; *aerobios mesofilos*, *coliformes fecales y totales*, *E.coli*, *S. aureus*, *Salmonella spp*, *mohos* y *levaduras* según la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1 (anexo 1) referente a Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas y jugos preparados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la elaboración del concentrado de maracuyá primero se tenía que obtener el zumo de maracuyá el cual se obtuvo después de la etapa de tamizado, este zumo fue evaluado fisicoquímicamente tales resultados se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 Caracterización Fisicoquímica del Zumo de Maracuyá

| Característica | Valor |
|--------------------------|-------|
| pH | 2.87 |
| Sólidos solubles (°Brix) | 13 |
| Acidez (%ácido cítrico) | 3.88 |
| Densidad (g/mL) | 1.02 |

En general el resultado del pH para la materia prima encontrado en este trabajo de investigación fue superior a lo reportado por Amaro et.al (2002) el cual reporto un pH de 2,6. En cuanto a los sólidos solubles (°Brix) y la acidez (% ácido cítrico) los resultados mostrados en la tabla 7 superan a lo reportado por Amaro et.al. (2002) el cual reporta 12.8 de solidos solubles y una acidez de 3.8. Las diferencias encontradas pueden ser por la variedad y la etapa de maduración de la fruta.

La densidad encontrada en este trabajo de investigación es parecida a la reportada por Cruz et.al (2010) el cual indica 3 densidades de acuerdo a las zonas en donde fue cultivada el maracuyá y de acuerdo a estos la densidad de 1.02 g/ml se obtiene de un maracuyá que se ha cultivado en zona alta.

4.2. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

4.2.1. COLOR

4.2.1.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los diferentes concentrados de maracuyá.

En Tabla 8 se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el color, los cuales indican que existe significación estadística para las muestras con respecto a su color, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0076) es menor al 0.05 (5 %). Este resultado indica que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por el color de uno o más concentrados de maracuyá.

Tabla 8: Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|
| Muestra | 0.45 | 3 | 0.15 | 4.18 ** | 0.0076 |
| Error | 4.15 | 116 | 0.04 | | |
| Total | 4.60 | 119 | | | |

$$CV = 9.67 \%$$

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 9) para el color de los concentrados de maracuyá, se observa que con las muestras M4 (80°C por 10 min) y M3 (70°Cx10min) obtuvieron los mayores puntajes de aceptación 4.27 y 3.80, respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales. Con las muestras M2(80°C x 7min) y M1(70°C x 10 min) se obtuvieron los puntajes más bajos. Estos resultados indican que la muestra M4 (80°C x 10min) fue la que presento mayor puntaje de aceptabilidad en el color.

Tabla 9 Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el color de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Muestras | Puntaje de aceptación | significación al 5 % |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| M4 | 4.27 | A |
| M3 | 3.80 | A B |
| M2 | 3.70 | B |
| M1 | 3.70 | B |

4.2.2. SABOR

4.2.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el sabor, los cuales indican que existe significación estadística para las muestras con respecto a su sabor, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0242) es menor al 0.05 (5 %). Este resultado indica que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por el sabor de uno o más concentrados de maracuyá.

Tabla 10: Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Muestra | 0.37 | 3 | 0.12 | 3.26 * | 0.0242 |
| Error | 4.39 | 116 | 0.04 | | |
| Total | 4.76 | 119 | | | |

$$\text{CV} = 10.14 \%$$

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 11) para el sabor de los concentrados de maracuyá, se observa que con las muestras M4 (80°C x 10 min), M3 (80°C x 7 min) y M2 (70°C x 10 min) obtuvieron los mayores puntajes de aceptación 4.07, 3.70 y 3.63, respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales. Con la muestra M1 se obtuvo el puntaje más bajo (3.50). Estos resultados indican que la muestra M4 (80°C x 10 min) fue la que presentó mayor puntaje de aceptabilidad en el sabor.

Tabla 11: Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el sabor de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Muestras | Puntaje | significación al 5 % |
|----------|---------|----------------------|
| M4 | 4.07 | A |
| M3 | 3.70 | A B |
| M2 | 3.63 | A B |
| M1 | 3.50 | B |

4.2.3. OLOR

4.2.3.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los diferentes concentrados de maracuyá.

En Tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el olor, los cuales indican que no existe significación estadística para las muestras con respecto a su olor, dado que el valor de significación (p-valor = 0.3774) es mayor al 0.05 (5 %). Este resultado indica que, los diferentes concentrados de maracuyá presentaron olores similares y no se diferencian entre ellos.

Tabla 12: Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|
| Muestra | 0.13 | 3 | 0.04 | 1.04 ns | 0.3774 |
| Error | 4.99 | 116 | 0.04 | | |
| Total | 5.13 | 119 | | | |

$$CV = 11.07 \%$$

En la figura 2 se observa los puntajes de aceptación para el olor obtenido con cada muestra. El mayor resultado se encontró con la muestra M4, cuyo puntaje de aceptación fue 3.73, con la muestra M1 el puntaje fue 3.60 y con las muestras M3 y M2 los puntajes de aceptación fueron 3.47 y 3.43, respectivamente.

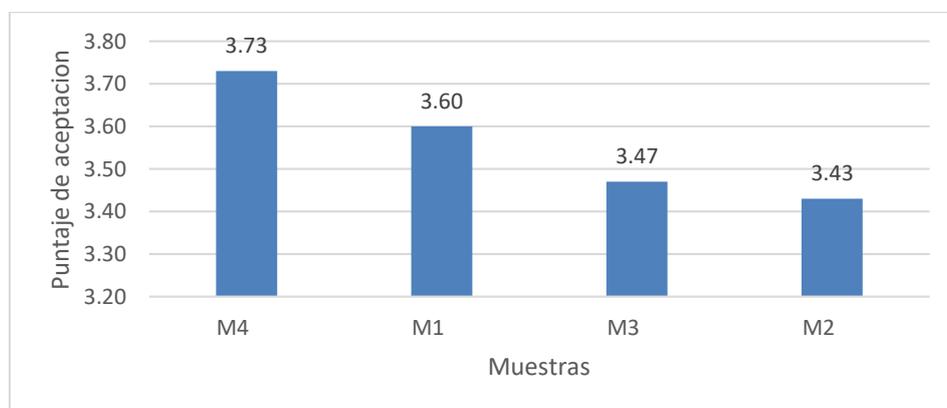


Figura 2. Puntaje obtenido para el olor de los diferentes concentrados de maracuyá.

4.2.4. ACEPTACIÓN GENERAL

4.2.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 13 se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general, los cuales indican que existe significación estadística para las muestras con respecto a la aceptación general, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0215) es menor al 0.05 (5 %). Este resultado indica que los panelistas evaluadores presentaron mayor predilección por uno o más concentrados de maracuyá.

Tabla 13: Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia general de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|
| Muestra | 0.43 | 3 | 0.14 | 3.35 * | 0.0215 |
| Error | 4.99 | 116 | 0.04 | | |
| Total | 5.42 | 119 | | | |

$$CV = 10.64 \%$$

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 14) para la aceptación general de los concentrados de maracuyá, se observa que con las muestras M4 (80°C x 10 min), M3 (80°C x 7 min) y M2 (70°C x 10min) obtuvieron los mayores puntajes de aceptación 4.17, 3.93 y 3.67, respectivamente, siendo estos resultados estadísticamente iguales. Con la muestra M1 (70°C x 7 min) se obtuvo el puntaje más bajo (3.60). Estos resultados indican que la muestra M4 (80°C x 10 min), fue la que presentó mayor puntaje en la aceptación general.

Tabla 14 .Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para la apariencia general de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Muestras | Puntaje | significación al 5 % |
|-----------------|----------------|---------------------------------|
| M4 | 4.17 | A |
| M3 | 3.93 | A B |
| M2 | 3.67 | A B |
| M1 | 3.60 | B |

4.3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS A LOS CONCENTRADOS DE MARACUYÁ

4.3.1. pH

4.3.1.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el pH de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 15, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para pH, los cuales indican que no existe significación estadística para la temperatura (C), dado que el valor de significación (p-valor = 0.5632) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el pH no se encuentra afectado por la temperatura. Para el tiempo (T), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.9745) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el tiempo no afecta al pH de los concentrados de maracuyá.

Para la interacción de los factores (C*T), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.5632) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe interacción entre la temperatura y el tiempo para el pH, es decir, que el pH de

los concentrados de maracuyá no se debe al efecto de la interacción, si no, al material empleado para su elaboración.

Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) para el pH de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura (C) | 0.0000330 | 1 | 0.0000330 | 0.36 ns | 0.5632 |
| Tiempo (T) | 0.0000001 | 1 | 0.0000001 | 0.001 ns | 0.9745 |
| C*T | 0.0000330 | 1 | 0.0000330 | 0.360 ns | 0.5632 |
| Error | 0.0007300 | 8 | 0.0000920 | | |
| Total | 0.0008000 | 11 | | | |

CV = 0.33 %

En la Figura 3 se muestra el comportamiento del pH durante las 9 evaluaciones que se realizaron a cada muestra durante un mes .obteniendo los resultados siguientes, la muestra M1 (70°C x 7 min) tuvo una ligera variación entre el primer día de evaluación (2.86) y el ultimo día (2.87), en la muestra M2 (70°C x10 min) se observó mayor varianza teniendo así un resultado de pH de 2.86 los días 4 y 5 en cambio el día 6 obtuvo un pH de 2.88 pero llegando a regularizarse los siguientes días con un pH de 2.87, en la muestra M3(80°C x7min) se observó mayor regularidad ya que durante las evaluaciones se mantuvo un pH de 2.87 , la muestra M4 (80°C x10min) presento uniformidad en 8 evaluaciones realizadas a excepción del día 2 en donde presento un pH de 2.88 y el resto de días su pH fue de 2.87.

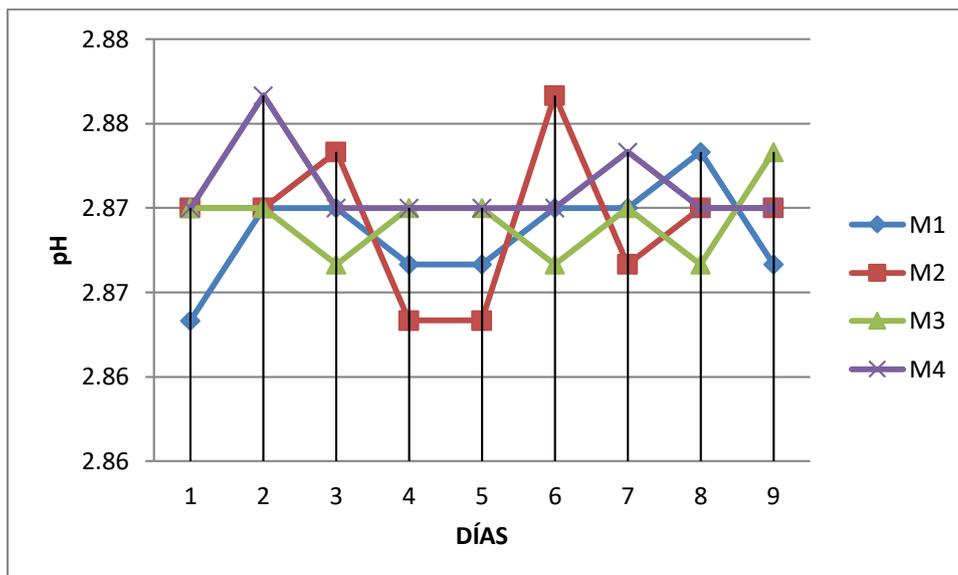


Figura 3. Comportamiento del pH durante el mes de evaluación.

Amaro et al ,(2000) en su estudio del efecto del tratamiento térmico en la características físico-químicas y microbiológicas de la pulpa del maracuyá en tres rangos de pasteurización 69°-72°C, 73-76°C y 77°-82°C reportó que no hubo cambios significativos , es decir que el pH se mantuvo después de ser sometidos a los tratamientos térmicos, al igual que en los resultados obtenidos en la presente investigación en donde no hubo cambio significativo del pH en el concentrado de maracuyá después de ser sometidos a los tratamientos térmicos propuestos en esta investigación.

4.3.2. Sólidos solubles (°Brix)

4.3.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para los sólidos solubles (°Brix) de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 16, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los grados °Brix, los cuales indican que existe significación estadística para la temperatura (C), dado que el valor de significación (p-valor = 0.0171) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que los grados sólidos solubles (°Brix) se encuentra afectado por la temperatura. Para el tiempo (T), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.957) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el tiempo no afecta a los sólidos solubles (°Brix) de los concentrados de maracuyá.

Para la interacción de los factores (C*T), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.957) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que

no existe interacción entre la temperatura y el tiempo para los sólidos solubles (°Brix) , es decir, que los sólidos solubles (°Brix) de los concentrados de maracuyá no se debe al efecto de la interacción, si no, al material empleado para su elaboración.

Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) para los sólidos solubles (°Brix) de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P – valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura (C) | 3 | 1 | 3 | 9 | 0.0171 |
| Tiempo (T) | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.003 | 0.957 |
| C*T | 0.001 | 1 | 0.001 | 0.003 | 0.957 |
| Error | 2.67 | 8 | 0.33 | | |
| Total | 5.67 | 11 | | | |

CV = 1.25 %

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 17) para el efecto de la temperatura sobre los grados °Brix, se observa que a 80 °C se obtiene 46.67 de °Brix, este resultado es estadísticamente superior al resultado que se obtiene con 70 °C, con el cual se obtuvo 45.67 grados °Brix.

Tabla 17, prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del efecto de la temperatura sobre los sólidos solubles (°Brix).

| Temperatura (°C) | Grados Brix | Significación al 5 % |
|-------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 80 | 46.67 | A |
| 70 | 45.67 | B |

Amaro et.al, (2002) reportó un incremento de solidos solubles en el jugo de maracuyá después de que sean sometido a sus tratamientos térmicos ; lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación .

En la Figura 4 se muestra el comportamiento de los grados Brix durante las 9 evaluaciones que se realizaron a cada muestra durante un mes. Obteniendo los resultados siguientes, la muestra M1 y la M2 mantuvieron 45.67 ° Brix durante las 9 evaluaciones que se realizó durante el mes , en cambio en las muestras M3 Y M4 se observó una mayor cantidad de grados Brix el cual fue de 46.67 ° Brix el cual se mantuvo a lo largo de las evaluaciones realizadas durante un mes.

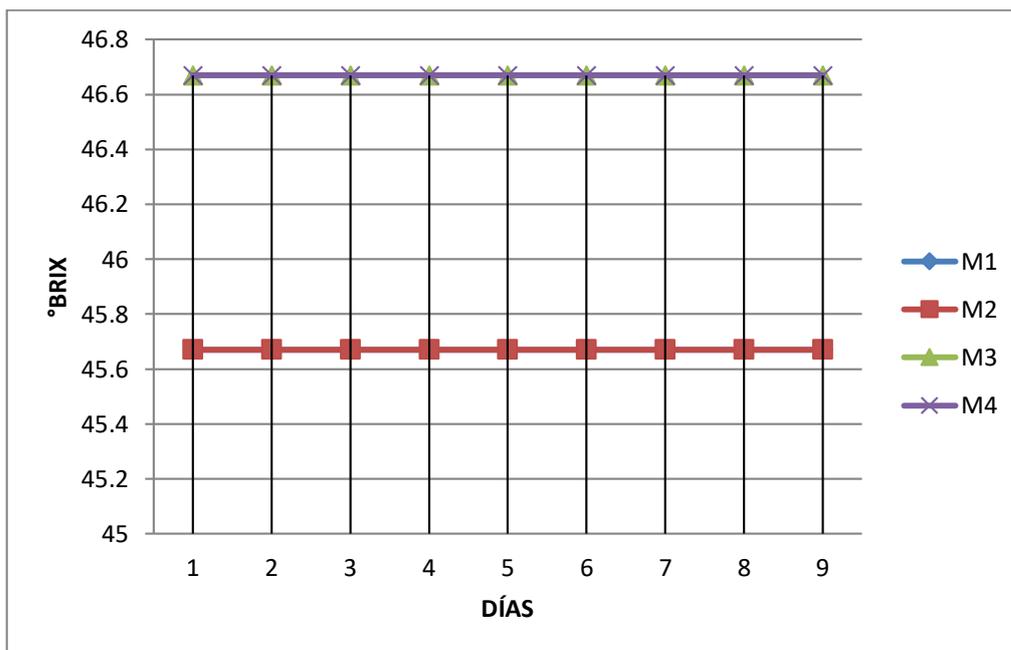


Figura 4. Comportamiento de grados BRIX durante el mes de evaluación.

4.3.3. DENSIDAD

4.3.3.1 Análisis de varianza (ANOVA) para la densidad de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 18 se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la densidad, los cuales indican que existe significación estadística para la temperatura (C), dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que la densidad se encuentra afectada por la temperatura. Para el tiempo (T), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el tiempo afecta a la densidad de los concentrados de maracuyá.

Para la interacción de los factores (C*T), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que

existe interacción entre la temperatura y el tiempo para la densidad de los concentrados de maracuyá, es decir, que la densidad de los concentrados se encuentra afectado significativamente por la acción conjunta de los factores (temperatura y tiempo).

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para la densidad de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura (C) | 0.9 | 1 | 0.9 | 17930.67 | 0.0001 |
| Tiempo (T) | 0.01 | 1 | 0.01 | 170.67 | 0.0001 |
| C*T | 0.01 | 1 | 0.01 | 150 | 0.0001 |
| Error | 0.0004 | 8 | 0.00005 | | |
| Total | 0.91 | 11 | | | |

$$CV = 0.11 \%$$

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 19) para el efecto de la interacción sobre la densidad, se observa que con la muestra M4 se obtuvo 6.61 de densidad, este resultado es estadísticamente superior al resto, seguido se encuentra el resultado obtenido con la M3 cuya densidad fue de 6.51. Con la muestra M2 y M1 se obtuvieron una densidad de 6.02 y 6.01, respectivamente, estos resultados son significativamente menor al resto.

Tabla 19, prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el efecto de la interacción sobre la densidad de los concentrados de maracuyá.

| Muestras | Densidad (g/mL) | Significación al 5 % |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|
| M4 | 6.61 | A |
| M3 | 6.51 | B |
| M2 | 6.02 | C |
| M1 | 6.01 | C |

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de la densidad durante las 9 evaluaciones que se realizaron a cada muestra durante un mes obteniendo los resultados siguientes, la muestra M1 y la M2 mantuvieron una densidad de 6.01g/ml y 6.02 g /ml respectivamente, en cambio en las muestras M3 mantuvo una densidad de 6.51 /ml durante la evaluación y finalmente en la M4 se observó una densidad mayor la cual fue de 6.61 g/ml la cual se mantuvo durante un mes.

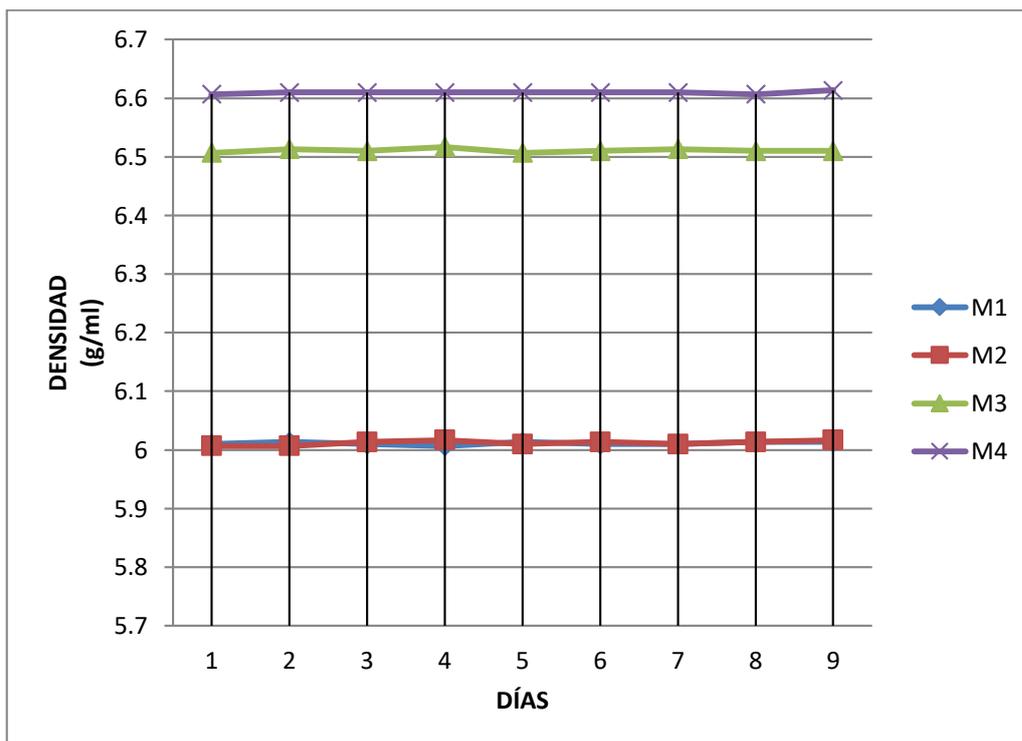


Figura 5. Comportamiento de la densidad durante el mes de evaluación.

4.3.4. Acidez Total Titulable

4.3.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para la acidez Titulable de los diferentes concentrados de maracuyá.

En la Tabla 20, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la acidez, los cuales indican que existe significación estadística para la temperatura (C), dado que el valor de significación (p-valor = 0.002) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que la acidez se encuentra afectada por la temperatura. Para el tiempo (T), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el tiempo afecta a la acidez de los concentrados de maracuyá.

Para la interacción de los factores (C*T), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que existe interacción entre la temperatura y el tiempo para la acidez de los concentrados de maracuyá, es decir, que la acidez de los concentrados se encuentra afectado significativamente por la acción conjunta de los factores (temperatura y tiempo).

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de acidez de los diferentes concentrados de maracuyá.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | P - valor |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Temperatura (C) | 0.00067 | 1 | 0.00067 | 20.25 | 0.002 |
| Tiempo (T) | 0.050 | 1 | 0.05 | 1406.25 | 0.0001 |
| C*T | 0.010 | 1 | 0.01 | 380.25 | 0.0001 |
| Error | 0.00027 | 8 | 0.000033 | | |
| Total | 0.060 | 11 | | | |

$$CV = 0.16 \%$$

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 21) para el efecto de la interacción sobre el porcentaje de acidez, se observa que con la muestra M4 se obtuvo 3.83 % de acidez, este resultado es estadísticamente superior al resto, seguido se encuentra el resultado obtenido con la M3 cuya acidez fue de 3.75 %. Con la muestra M2 y M1 se obtuvieron una densidad de 3.69 y 3.64, respectivamente, estos resultados son significativamente menor al resto.

Tabla 21. prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el efecto de la interacción sobre el porcentaje de acidez de los concentrados de maracuyá.

| Muestras | Acidez (%Ac.Cítrico) | Significación al 5 % |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| M4 | 3.83 | A |
| M3 | 3.75 | B |
| M2 | 3.69 | C |
| M1 | 3.64 | D |

Amaro et. Al, (2002) reportó que el porcentaje de acidez del jugo de maracuyá después de ser sometido a un tratamiento térmico ha disminuido lo cual es confirmado en este trabajo de investigación en donde al inicio con un porcentaje de acidez de 3.88 y luego de ser sometido a los tratamientos térmico se obtuvo menores porcentajes de acidez que se observan en la tabla 21.

En la Figura 6 se muestra el comportamiento de la acidez titulable durante las 9 evaluaciones que se realizaron a cada muestra durante un mes en donde observamos un crecimiento de la acidez titulable en las cuatro muestras con respecto al primer día de evaluación observando que la de mayor variación es la muestra 2.

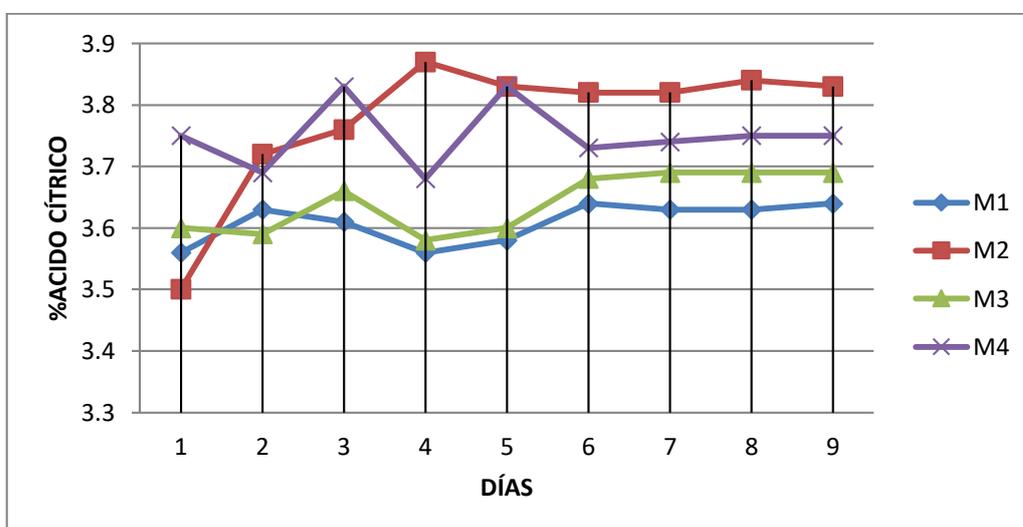


Figura 6. Comportamiento de la densidad durante el mes de evaluación.

4.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA MATERIA PRIMA Y DE LOS CONCENTRADOS DE MARACUYÁ.

4.4.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO A LA MATERIA PRIMA.

En la tabla 22 se muestra los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para el zumo de maracuyá el cual sirve como materia prima para la preparación del concentrado de maracuyá.

Tabla 22: Valores del Análisis Microbiológico del Zumo de Maracuyá

| Agente microbiano | Aerobios Mesófilos | Coli fecal | Coli total | S. aureus | Salmonella sp | E. coli | Mohos y levaduras |
|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| | UFC/ mL | NMP/ mL | NMP/mL | UFC/mL | UFC/mL | UFC/mL | UFC/mL |
| | 12 x 10 ⁴ | 7 | 28 | 8 x 10 ³ | Ausencia | 10 x 10 ² | 1x10 |

UFC/mL: Unidades formadoras de colonia por mililitro

NMP/mL: Numero más Probable por mililitro

En cuanto a la higiene debemos observar los límites microbiológicos establecidos en la norma técnica peruana (NTP) y la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1 (Anexo 1) referente a Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas y jugos preparados. La cual nos refiere que el límite máximo para Aerobios Mesófilos es de 10⁶ unidades formadoras de colonia por mL, en nuestra investigación se encontró 12 x 10⁴ unidades formadoras de colonia lo cual es una carga alta de aerobios mesófilos pero aun así no supera al requerimiento máximo para este microorganismo lo que nos indica que el zumo de maracuyá se encontró dentro de los requerimientos para este microorganismo.

En cuanto al coli total y coli fecal se encontró 28 número más probable por mL y 7 número más probable por mL respectivamente esto pudo dar por una mala manipulación o falta de higiene durante la obtención del zumo de maracuyá.

Para Staphylococcus aureus y para Escherichia coli el límite máximo permisible para cada una de estos microorganismos según la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1 (Anexo 1) nos indican que es de 10² unidades formadoras de colonia por mililitro y lo obtenido para el zumo de maracuyá fue de 8 x10³ y 10 x 10² unidades formadoras de colonia por mililitro respectivamente las cuales superan al límite máximo.

Para salmonella spp. Se obtuvo ausencia en el zumo de maracuyá y cumple con el requerimiento que impone la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1. (Anexo 1)

Para mohos y levaduras el límite máximo permisible para estos microorganismos según la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1 (Anexo 1) nos indica que es de 10^3 unidades formadoras de colonia por mililitro y lo obtenido para el zumo de maracuyá fue de 1×10^0 lo cual indica que cumple con el requerimiento que impone la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1. (Anexo 1)

4.4.2. ANÁLISIS AL CONCENTRADO DE MARACUYÁ PASTEURIZADO A 70°C POR UN TIEMPO 7 MINUTOS

En la tabla 23 se muestra los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para el concentrado de maracuyá que fue tratado a una pasteurización de 70°C por un tiempo de 7 minutos en donde podemos observar que este tratamiento logro obtener la ausencia en la mayoría de los microorganismos que se analizó excepto en las bacterias aerobias mesofilos en donde se puede observar que el concentrado de maracuyá con este tratamiento contiene una pequeña carga de este microorganismo, esto no implica que el producto este contaminado y no pueda ser consumido , pues este resultado se encuentra dentro de los parámetro permitidos por (NTP) y la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2,14.6 y 15.1. (Anexo 1)

Debe considerarse las condiciones en que se ha trabajado, se trabajó en el laboratorio de frutas y hortalizas de la escuela de ingeniería en industrias alimentarias el cual tiene cierto grado de contaminación ambiental.

Tabla 23: análisis microbiológico al concentrado de maracuyá pasteurizado a 70°C por un tiempo de 7 minutos

| Muestra de concentrado de maracuyá (70°C por 7 minutos) | <i>Bacterias aerobias mesófilos</i> (UFC/mL) | <i>Coli. Total</i> (NMP/mL) | <i>E. coli. Fecal termotolerante</i> (NMP/mL) | <i>Escherichia coli</i> (UFC/mL) | <i>Salmonella</i> (UFC/g) | <i>S. aureus</i> (UFC/mL) | <i>Mohos y Levaduras</i> (UFC/mL) |
|---|--|-----------------------------|---|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 18 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 12 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 19 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 16 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 22 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 27 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 19 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 23 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 25 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

4.4.3. ANÁLISIS AL CONCENTRADO DE MARACUYÁ PASTEURIZADO A 70°C POR UN TIEMPO 10 MINUTOS

En la tabla 24 se muestra los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para el concentrado de maracuyá que fue tratado a una pasteurización de 70°C por un tiempo de 10 minutos en donde podemos observar que este tratamiento logro obtener la ausencia en la mayoría de los microorganismos que se analizó excepto en las bacterias aerobias mesofilos en donde se puede observar que el concentrado de maracuyá con este tratamiento contiene una pequeña carga de este microorganismo, esto no implica que el producto este contaminado y no pueda ser consumido, pues este resultado se encuentra dentro de los parámetro permitidos por (NTP) y la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15,1. (Anexo 1)

Debe considerarse las condiciones en que se ha trabajado, se trabajó en el laboratorio de frutas y hortalizas de la escuela de ingeniería en industrias alimentarias el cual tiene cierto grado de contaminación ambiental.

Tabla 24: Análisis Microbiológico Al Concentrado De Maracuyá Pasteurizado A 70°C Por Un Tiempo De 10 Minutos

| Muestra de concentrado de maracuyá (70°C por 10 minutos) | Bacterias aerobias mesófilos (UFC/mL) | Coli. Total (NMP/mL) | E. coli. Fecal termotolera nte (NMP/mL) | Escherich ia coli UFC/ mL | Salmonell a (UFC/g) | S. aureus (UFC/ mL) | Mohos y levaduras (UFC/mL) |
|---|--|-----------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 5 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 5, x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 3 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 6 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 2 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 7 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 6 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 4 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 3 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

4.4.4. ANÁLISIS AL CONCENTRADO DE MARACUYÁ PASTEURIZADO A 80°C POR UN TIEMPO 7 MINUTOS

En la tabla 25 se muestra los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para el concentrado de maracuyá que fue tratado a una pasteurización de 80°C por un tiempo de 7 minutos en donde podemos observar que este tratamiento logro obtener la ausencia en la mayoría de los microorganismos que se analizó excepto en las baterías aerobias mesofilos en donde se puede observar que el concentrado de maracuyá con este tratamiento contiene una pequeña carga de este microorganismo, esto no implica que el producto este contaminado y no pueda ser consumido , pues este resultado se encuentra

dentro de los parámetro permitidos por (NTP) y la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15,1. (Anexo 1)

Debe considerarse las condiciones en que se ha trabajado, se trabajó en el laboratorio de frutas y hortalizas de la escuela de ingeniería en industrias alimentarias el cual tiene cierto grado de contaminación ambiental.

Tabla 25: Análisis Microbiológico Al Concentrado De Maracuyá Pasteurizado A 80°C Por Un Tiempo De 7 Minutos.

| Muestra de concentrado de maracuyá (80 °C por 7 Minutos) | Bacterias aerobias mesófilos (UFC/ mL) | Coli. Total (NMP/ mL) | E. coli. Fecal termotoler ante (NMP/ mL) | <i>Escherichia coli</i> (UFC/ mL) | <i>Salmonella</i> (UFC/ mL) | <i>S. aureus</i> (UFC/mL) | <i>mohos y levaduras</i> (UFC/mL) |
|--|--|-----------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 17 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 15 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 14 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 16 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 22 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 17 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 17 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 23 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 26 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

4.4.5. ANÁLISIS AL CONCENTRADO DE MARACUYÁ PASTEURIZADO A 80°C POR UN TIEMPO 10 MINUTOS

En la tabla 26 se muestra los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos para el concentrado de maracuyá que fue tratado a una pasteurización de 80°C por un tiempo de 10 minutos en donde podemos observar que este tratamiento logro obtener la ausencia en la mayoría de los microorganismos que se analizó excepto en las bacterias aerobias mesofilos en donde se puede observar que el concentrado de maracuyá con este

tratamiento contiene una pequeña carga de este microorganismo, esto no implica que el producto este contaminado y no pueda ser consumido, pues este resultado se encuentra dentro de los parámetros permitidos por (NTP) y la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15.1. (Anexo 1)

Debe considerarse las condiciones en que se ha trabajado, se trabajó en el laboratorio de frutas y hortalizas de la escuela de ingeniería en industrias alimentarias el cual tiene cierto grado de contaminación ambiental.

Tabla 26: Análisis Microbiológico al Concentrado de Maracuyá pasteurizado a 80°C por un Tiempo de 10 minutos

| <i>Muestra de concentrado de maracuyá(80°C por 10 minutos)</i> | <i>Bacterias aerobias mesófilos (UFC/ mL)</i> | <i>Coli. Total (NMP/ mL)</i> | <i>E. coli. Fecal termotolerante (NMP/ mL)</i> | <i>Escherichia coli (UFC/g)</i> | <i>Salmonella (UFC/ mL)</i> | <i>Staphylococcus aureus (UFC/ mL)</i> | <i>Mohos y levaduras (UFC/mL)</i> |
|---|---|------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 8 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 2,0 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 9 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 6 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 22 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 17 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Concentrado de Maracuyá | | | | | | | |
| M1 | 7 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M2 | 11 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| M3 | 10 x 10 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que si existe influencia de temperatura y tiempo pasteurización en las características organolépticas del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad, obteniendo una mayor aceptación general la M4 por lo tanto para que el concentrado de maracuyá obtenga buenas características organolépticas (sabor, olor, color y aceptación general) la pasteurización adecuada es a 80 °C por un tiempo de 10 minutos .
- En los controles fisicoquímicos las pasteurizaciones realizadas no fueron influyentes en el pH del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad ; Los grados Brix si fueron influenciados por las pasteurizaciones teniendo así que a mayor temperatura habrá mayor cantidad de solidos solubles (°Brix); El porcentaje de acidez fue influenciado por las pasteurizaciones las cuales disminuyen el porcentaje de acidez del concentrado de maracuyá con respecto a la acidez de la materia prima; finalmente para la densidad las pasteurizaciones realizadas si influenciaron en el concentrado de maracuyá obteniendo así que a mayor temperatura y tiempo la densidad será mayor en esta investigación se obtuvo mayor densidad en la pasteurización realizada a 80°C por un tiempo de 10 min.
- De acuerdo a los controles microbiológicos, los 4 tratamientos térmicos realizados influenciaron en la carga microbiana del concentrado de maracuyá envasado en bolsas de polietileno de alta densidad permitiendo que este sea un producto inocuo y cumpla con los parámetros impuestos por la RM N° 615-2003 SA/DM acápite 14.2 y 15,1. (Anexo 1)

5.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar la cantidad de ácido ascórbico en el concentrado de maracuyá tratado a 80°C por un tiempo de 10 min el cual luego fue envasado en bolsas de polietileno de alta densidad.
- Realizar estudios de vida útil del concentrado de maracuyá tratado a 80 °C por un tiempo de 10 min envasado en bolsas de polietileno de alta densidad.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

- Amaro, M.P.; Bonilha, P.R.M.; Monteiro, M. (2002). The effect of the thermal treatment on the physicochemical and microbiologic characteristics of the passion fruit pulp. *Alim, nutr, sao Paulo*, v.13, p.151-162
- Bello Gutierrez, J. (2000). La conservación por métodos químicos. En: *Ciencia Bromatológica: Principios Generales de Los Alimentos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Bevilacqua A, Corbo MR, Sinigaglia M. (2012). Use of natural antimicrobials and high pressure homogenization to control the growth of *Saccharomyces bayanus* in apple juice. *Food Control*. ;24(12):109–115.
- Brennan. J.G et al (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia S.A Zaragoza. España.
- Burns, J.; (1995). Lightly processed fruits and vegetables: Introduction to the Colloquium. *Hort Science*, V.30, N.1, pp.14-17.
- Camacho, G. (2002). *Transformación y conservación de frutas*. Universidad Nacional de Colombia. 250p.
- Cano, R. M. (1994). Optimización del tratamiento térmico de purés y trozos de mango y papaya y estudio de la estabilidad de estos productos durante el almacenamiento. Tesis de licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla.
- Cassano, A., Drioli, E., Galaverna, G., Marchelli, R., Di Silvestro, G., Cagnasso, P. (2003). Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *J. of Food Technol.*, 57; pp. 153-163.
- Cassano, A., Jiao, B., Drioli, E. (2004). Production of concentrated kiwifruit juice by integrated membrane process. *Food Research International*, 37; pp. 139-148.
- Celaya Carrillo, C., Martín de los Santos, M., García Lacarra, Teresa., (2008), Evaluación de la implantación de análisis de peligros y puntos de control críticos alimentaria de la comunidad de Madrid, pág. 369 /13/, Universidad Complutense de Madrid.

- Cruz, Javier de la; Vargas O., Manuel; Angel, Oscar del; Garcia, Hugo S.(2010) Estudio de las características sensoriales, fisicoquímicas y fisiológicas en fresco y durante el almacenamiento refrigerado de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims var. *Flavicarpa*. Degener), para tres cultivares de Veracruz México, vol. 11, núm. 2, pp. 130-142.
- Devismes, P. (1994). Packaging, manual de uso. Barcelona: Marcobombo
- Encina, Ch. (2005). Determinación de la máxima retención de ácido ascórbico de la conserva de aguaymanto (*Physalis peruviana*) en almíbar aplicando los métodos Taguchi y Superficie de Respuesta. (Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- EPA. 2002. Estándares del reglamento nacional primario de agua potable (en línea). Estados Unidos. Consultado 5 septiembre del 2002. Disponible en <http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>
- Fellows, (1994). “Food processing technology, principles and practice”, in separation and concentration of food components, Oxford brookes university.
- Fernández N., y Hernández J. (2006). Métodos de ensayos rápidos de detección de microorganismos en la leche. Redvet (Revista electrónica de Veterinaria), 7, 1-18.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070706/070603.pdf>
- Friedman, M. (1991). Nutritional and Toxicological Consequences of Food Processing. Advances in Experimental Medicine and Biology. Vol. 289. Ed. M. Friedman. Plenum Press. New York.
- Giannakourou, M.C., Koutsoumanis, K, Nychas, G.J.E., & Taoukis, P.S. (2001). Development and assessment of an intelligent shelf life decision system for quality optimization of the food chill chain. Journal of Food Protection 64(7): 1 051-1 057.
- Grosso S. G. (2002). Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. Departamento de química facultad de ciencias básicas Ibagué. Tolima Colombia.
- Lima Tribst AA, De Souza Sant’ana A, De Massaguer PR. (2009). Review: microbiological quality and safety of fruit juices past, present and future perspectives Microbiology of fruit juices Tribst et al. Critical Reviews in Microbiology.;35(4):310–339.

- Marsh, K. and Bugusu, B. (2007). Food packaging-role, materials and environmental issues. *Journal of Food Science*, 72: 39-55
- Martinez A., y rosenberger M. (2013). Modelado numérico de pasteurización artesanal de leche y jugos naturales. *Asociación argentina de mecánica computacional*,32,17.<http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4499>
- Mosqueda-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Martín-Belloso O. 2012. Microbiological shelf life and sensory evaluation of fruit juices treated by high intensity electric fields and antimicrobials. *Food and Bioproducts Processing*. ;90(2):205–214.
- Mosqueda-Melgar J, Raybaudi-Massilia RM, Martín-Belloso O. (2008). Non-thermal pasteurization of fruit juices by combining high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. ;9(3):328–340.
- Morton. J. (1987). Passion fruit. En: *Fruits of warm climates* (Eds. Dowling C. F. Morton, J.). Creativa Resource Systems, Inc EUA.
- Ocampo González, O. P. (2000). Elaboración y conservación de néctares a partir del lulo variedad “la selva,” 95.
- Patil S, Valdramidis VP, Tiwari BK, Cullen PJ, Bourke P. (2011). Quantitative assessment of the shelf life of ozonated apple juice. *European Food Research and Technology*.;232(3):469–477.
- Pelczar,M.; Reid,R.(1966). *Microbiología*. Trad.L. Hontañón. 2ed. Madrid, España,Ediciones Castilla. 664 p.
- Rattanathanalerk M, Chiewchan N, Srichumpoung W. (2005). Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *J Food Eng.*; 66:259–265. doi: 0.1016/j.jfoodeng.2004.03.016.
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J,Soliva-FortunyR,Martín-BellosoO. (2009). Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*;8(3):157–180.
- Reyes, M. E. P., & Sosa, M. E. (2013). Mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tratamientos térmicos de alimentos, 1, 37–47.

- Salomão BCM, Slongo AP, Aragão GMF (2007). Heat resistance of *Neosartorya fischeri* in various juices. *Food Science and Technology*. 2007;40(4):676–680. ICMSF. 2005. *Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodity*. Kluwer Academic Publisher; Soft drinks, fruit juices, concentrates and food preserves.
- Senter, S.; Horvart, R. J.; Payne, J. A (1992). Comparative analysis of juice from passion fruit, maypopos and tetraploid passion fruit hybrids. *Northern Nut Growers Association Annual Report*. 83: 120-126.
- Swi-Bea, Wu; Ming-Jen, S. (1996). *Tropical Fruits*. En: *Processing Fruits: Science and Technology- Vol. 2*. (Eds. Somogyi, L.; Barrett, D. M.; Y.H). Technomic Publishing AG. Pennsylvania, EUA.
- Tournas VH, Heeres J, Burgess L. (2006) Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. *Food Microbiology*. 2006;23(7):684–688.
- USDA Nutrient Data Laboratory. (2000). USDA. Annual Food passionfruit. USA
- Vaclavick, V. (1998). *Fundamentos de ciencia de alimentos*. 1era edición. Edit. Acribia. España.
- Vanderzant, C.; Splittstoesser, D. (1992). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food*. 3 ed. Washington, D. C. American Public Health Association Inc. (APHA). 1219 p.
- Vinci, G; Brotre, G, Mete, G. (1995). Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chem*. 53: 211-214.

ANEXOS

ANEXO 1. Requisitos microbiológicos de la resolución ministerial N° 615-2003-SA/DM

Los requisitos microbiológicos tomados en cuenta para el concentrado de maracuyá fueron los establecidos por la resolución ministerial N° 615 -2013-SA/DM específicamente en los acápite 14.2 ,14.6 y 15. 1 las cuales se encuentran establecidas en la página 20 y 21 de dicha resolución ministerial.

14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.

| Agente microbiano | Categoría | Clase | n | c | m | M |
|---------------------------|-----------|-------|---|---|--------------------|-----------------|
| | | | | | Limite por gr o mL | |
| <i>Aerobios Mesófilos</i> | 1 | 3 | 5 | 3 | 10 ⁴ | 10 ⁶ |
| <i>Escherichia coli</i> | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| Salmonella sp. | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g |

14.6 Mermeladas, Jaleas y similares

| Agente microbiano | Categoría | Clase | n | c | m | M |
|-------------------|-----------|-------|---|---|--------------------|-----------------|
| | | | | | Limite por gr o mL | |
| <i>Mohos</i> | 3 | 3 | 5 | 1 | 10 ² | 10 ³ |
| <i>levaduras</i> | 3 | 3 | 5 | 1 | 10 ² | 10 ³ |

15.1 Comidas Preparadas sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa huancaína, ocopa, postres, jugos, otros). Comidas preparadas que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, palta rellena, sándwiches, cebiche, postres, refrescos, otros).

| Agente microbiano | Categoría | Clase | n | c | m | M |
|-------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------------|-----------------|
| | | | | | Limite por gr o Ml | |
| <i>Aerobios Mesófilos</i> | 2 | 3 | 5 | 2 | 10 ⁵ | 10 ⁶ |
| <i>Coliformes</i> | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 ² | 10 ³ |
| <i>Staphylococcus aureus.</i> | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| <i>Escherichia coli</i> | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| Salmonella sp. | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia/25 g | Ausencia/25 g |

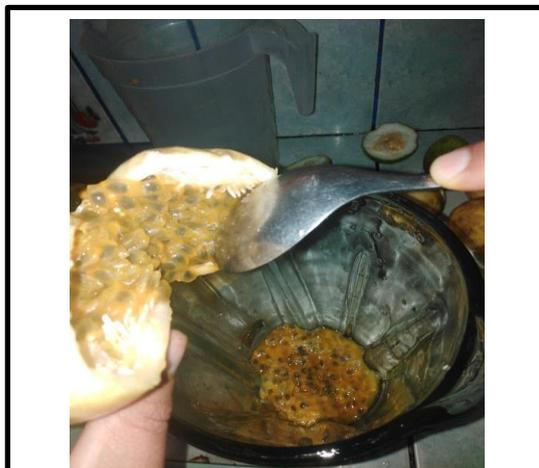
ANEXO 2. Panel de fotos de investigación



**Maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)**



**Lavado de maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)**



**Pulpeado de maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)**



**Pulpeado de maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)**



Tamizado de maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)



zumo de maracuyá
(Passiflora eduli sims.flavicarpa)



Preparación de concentrado de
maracuyá



Control de temperatura y tiempo



Estandarizado del concentrado de maracuyá



Sellado de las bolsas de polietileno de alta densidad con el concentrado de maracuyá



Enfriado del concentrado de maracuyá



Concentrado de maracuyá



Concentrados de maracuyá



**Limpieza de mesa de trabajo para
análisis microbiológico**



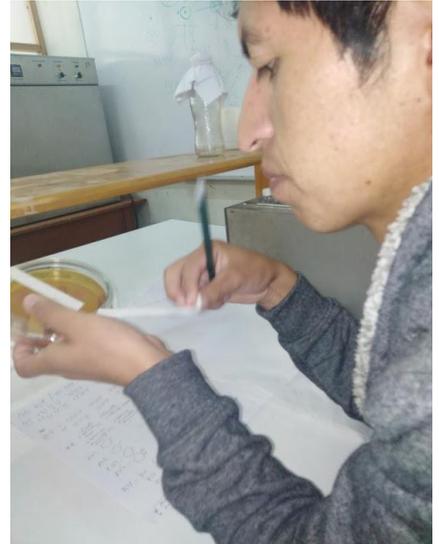
Preparación de diluciones



Incubación de diluciones



Siembra de diluciones en agar



Conteo de microorganismos



Preparación de mesa para evaluación sensorial



Evaluación sensorial

ANEXO 3. Formato para evaluación organoléptica

TESIS

“EFECTO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACION EN EL CONCENTRADO DE MARACUYA ENVASADO EN BOLSAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD”

EVALUACION SENSORIAL

Encargado: Ventura Yopla Yótvter Gregory

Nombre: fecha: _____

Indicaciones: frente a usted hay cuatro (4) muestras debidamente codificadas de la dilución de concentrados de maracuyá (tratados a temperatura y tiempo de pasteurización diferentes), los cuales debe probar y calificar según su juicio y de acuerdo a la escala Hedónica que se le muestra a continuación:

Nota: recuerde tomar agua al finalizar el análisis de cada muestra

Escala Hedónica:

| Categoría | Puntaje |
|----------------------------|----------------|
| Me gusta mucho | 5 |
| Me gusta | 4 |
| No me gusta ni me disgusta | 3 |
| Me disgusta | 2 |
| Me disgusta mucho | 1 |

| Categoría | Calificación para cada atributo | | | |
|---------------------------|--|-----------|-----------|-----------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| COLOR | | | | |
| OLOR | | | | |
| SABOR | | | | |
| ACEPTACION GENERAL | | | | |

MUCHAS GRACIAS !

ANEXO 4. Tabla de Clasificación realizada para los panelistas para el atributo de color

| PERSONA | CALIFICACIÓN | | | |
|---------|--------------|----|----|----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 3 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 6 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 7 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 10 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 13 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| 14 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 15 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 16 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 17 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 18 | 3 | 4 | 5 | 4 |
| 19 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 20 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 21 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 22 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 23 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| 24 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 25 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 26 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 27 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 28 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 29 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 30 | 3 | 5 | 3 | 5 |

ANEXO 5. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de color

| PERSONA | CALIFICACIÓN | | | |
|---------|--------------|----|----|----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 3 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| 7 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 8 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 9 | 4 | 5 | 3 | 5 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 11 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 14 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 16 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 17 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| 18 | 3 | 4 | 5 | 3 |
| 19 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 20 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 21 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 22 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 23 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 24 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 25 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 26 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 27 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 28 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| 29 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 30 | 3 | 4 | 3 | 4 |

ANEXO 6. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de sabor

| PERSONA | CALIFICACIÓN | | | |
|---------|--------------|----|----|----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| 5 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 8 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 10 | 5 | 3 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 14 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 15 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 16 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 17 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 18 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 19 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 20 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 21 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 22 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 23 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 24 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 25 | 2 | 3 | 5 | 5 |
| 26 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 27 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 28 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 29 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 30 | 4 | 4 | 3 | 5 |

ANEXO 7. Tabla de Clasificación realizada para los panelista para el atributo de sabor

| PERSONA | CALIFICACIÓN | | | |
|---------|--------------|----|----|----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| 1 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 5 | 4 |
| 5 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| 6 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 8 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 10 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 13 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 14 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 16 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 17 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 18 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 19 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 20 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 21 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 22 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 23 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 24 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 25 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| 26 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 27 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 28 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 29 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 30 | 4 | 5 | 4 | 4 |

ANEXO 8. Tabla de operacionalización de variables

Tabla de Operacionalización de Variables

| | variables | Definiciones | Dimensiones | Indicadores |
|----------------------|--|--|------------------------------------|---|
| | Conceptual | | | |
| Independiente | Pasteurización | Tiempo de pasteurización El tiempo de pasteurización es un limitante importante, ya que si el tratamiento térmico es excesivo el producto pierde su valor nutritivo y puede incluso contraer características desagradables en su gusto, aroma, color y textura (Martinez y Rosenberger, 2013). | cronómetro | Min |
| | | Temperatura de pasteurización La temperatura de pasteurización es muy importante ya que si es muy elevada puede reducir el valor nutricional en los productos que se aplica y son evidenciados con la pérdida de vitaminas y otras sustancias termolábiles.(Fernández y Hernández ,2006) | termómetro | °C |
| Dependiente | Análisis organoléptico | Olor Es importante remarcar que el olor y aroma son sensaciones que se perciben por el órgano olfativo, el aroma se percibe por vía retronasal (vía indirecta) durante la degustación. (Grosso S. 2002). | Escala hedónica de 5 puntos | % de aceptación del olor por el panelista |
| | | Color Los productos elaborados a partir de frutas deben poseer el color característico de la fruta. (Camacho,2002) | | % de aceptación del color por el panelista |
| | | Sabor Es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Entonces, las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de dulzor, acidez y amargor. (Grosso S. 2002). | | % de aceptación del sabor por el panelista |
| | | Aceptación general Al final de la prueba, el panelista tiene a veces la necesidad de dar una impresión general del producto degustado, es decir de sintetizar las sensaciones para poder así memorizar mejor el producto.(GrossoS.2002). | | % de aceptación general por el panelista |
| | Análisis fisicoquímico | pH pH (potencial de Hidrógeno) con el cual se indica la concentración de protones (Hidrógeno) presentes en los alimentos, si la cantidad de protones disociados es alta el valor de pH será bajo, lo que indicará que el producto es ácido. (Ocampo González, 2000) | Potenciómetro | |
| | Brix Los grados °Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o | Refractómetro | % de sólidos solubles | |

**Análisis
microbiológicos**

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------------------|---|
| Densidad | pulpa los cuales son expresados en porcentaje de sacarosa La densidad es la relación entre las masas de unos volúmenes iguales de un producto y agua destilada ambos a 15 °C. | picnómetro | g/ml |
| Acidez titulable | La cual determina el contenido de ácidos orgánicos presentes en los alimentos. | Equipo de titulación | % de ácido cítrico en el concentrado |
| Aerobios mesofilos | Las especies encontradas en los alimentos son generalmente extensas y no poseen un hábitat definido y en general no provocan enfermedades en el ser humano. Son utilizados como indicadores de la calidad del procesamiento. (Vanderzant, splitstoesser 1992) | RM N°615-2003 SA/DM | Ufc/ml |
| S.aureus | Esta bacteria se encuentra en la piel, mucosas, heridas, etc. de las personas y de los animales y puede ser transmitida al alimento a través del manipulador, siendo la principal vía la aérea. | RM N°615-2003 SA/DM | Ufc/ml |
| Salmonella spp | Según Pelczar y Reid (1966), Estos organismos son gram-negativos, no esporulados, de forma bacilar, y unos 0.5 a 0.7 μ por 1 a 3 μ. Se mueven por medio de unos flagelos peritricos. Aunque son facultativos, crecen bien en los medios ordinarios en presencia de oxígeno | RM N°615-2003 SA/DM | Ufc/ml |
| Coli total | Según la EPA (2002), los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente patógenas. | RM N°615-2003 SA/DM | NMP/ml |
| Coli fecal | Según la EPA (2002), Su presencia indica que los alimentos podrían estar contaminados con heces fecales humanas o de animales. | RM N°615-2003 SA/DM | NMP/ml |
| Escherichia coli | La Escherichia coli (E. coli) es una bacteria que se encuentra en el sistema digestivo de los animales y los seres humanos. Aunque generalmente son inofensivas, algunas E. coli son patógenas y pueden contaminar los alimentos, el agua y el Medioambiente. | RM N°615-2003 SA/DM | Ufc/ml |

ANEXO 9.DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN PARA LAS TEMPERATURAS DE 70 Y 80°C

Al ser la pulpa del maracuyá un producto con pH menor de 4,5, se considera al *Bysosschlamys fulva* como microorganismo de referencia con un valor $D_{85^{\circ}\text{C}}$ de 5 minutos y un valor $Z = 8,9^{\circ}\text{C}$. (Ranganna, 1977; citado por Encina, 2005). Para el cálculo del tiempo de tratamiento térmico equivalente para las temperaturas de 70y 80 °C se usaron las siguientes ecuaciones:

$$UP = P_0 = D_0 X (\text{Log} a - \text{log} b) \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

$P_0=UP$ = tiempo requerido para destruir un número específico de microorganismos a 85°C

D_0 = valor D a la temperatura de referencia de 85°C para *bysosschlamys fulva*

a = número inicial de microorganismos antes del tratamiento térmico

b = número final de microorganismos esperado después del tratamiento térmico a una temperatura constante

$$P_X = P_0 X 10^{\left(\frac{T_0 - T_X}{Z}\right)} \dots \dots \dots (2)$$

P_X =tiempo de calentamiento a otra temperatura equivalente en minutos a la temperatura de referencia

P_0 = tiempo requerido para destruir un número específico de microorganismos a 85°C

T_0 =temperatura de referencia

T_X =temperatura a evaluar en el medio de calentamiento para realizar la pasteurización

$Z=8.9^{\circ}\text{C}$ parámetro cinético del *bysosschlamys fulva*

Para la determinación del tiempo de pasteurización se determinaron las variables de la siguiente ecuación:

$$UP = P_0 = D_0 \times (\text{Log } a - \text{Log } b)$$

Dónde:

a: la Población inicial se determinó por triplicado en la mezcla binaria que presentó mayor pH. Siendo de $1,0 \times 10$ ufc/ml

b: la Población final debía ser menor a 10 ufc/ml

Para el cálculo del tiempo de tratamiento térmico equivalente para las temperaturas de 70 y 80 °C se usó la siguiente ecuación:

$$P_x = P_0 \times 10^{\left(\frac{T_0 - T_x}{Z}\right)}$$

Donde:

Po = tiempo requerido para destruir un número específico de microorganismos a 85 °C

To = temperatura de referencia, 85 °C

Tx = temperatura a evaluar en el medio de calentamiento para realizar la pasteurización

Z = 8,9 °C; parámetro cinético del *Bysosschlamys fulva*

➤ **Cálculo del tiempo de tratamiento térmico equivalente para la temperatura de 70°C**

Utilizando la fórmula 1

$$UP = P_0 = 5 \text{ min} \times (\log 1,0 \times 10 - \log(9.1))$$

$$P_0 = 0.2047930384 \text{ min}$$

Luego utilizamos la fórmula 2 para determinar el tiempo para 70°C

$$P_x = 0.2047930384 \text{ min} \times 10^{\left(\frac{85^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}}{8.9^\circ\text{C}}\right)}$$

$$P_x = 9.924495699 \text{ min}$$

$$P_x = 10 \text{ min}$$

➤ **Cálculo del tiempo de tratamiento térmico equivalente para la temperatura de 80°C**

Utilizando la fórmula 1

$$UP = P_0 = 5 \text{ min} \times (\log 1 \times 10 - \log(4.13))$$

$$P_0 = 1.920249742$$

Luego utilizamos la fórmula 2 para determinar el tiempo para 80°C

$$P_X = 1.920249742 \times 10^{\left(\frac{85-80}{8.9}\right)}$$

$$P_X = 7.000925694 \text{ min}$$

$$P_X = 7 \text{ min}$$